БАБКОВ В.Ф., АНДРЕЕВ О.В.

АВТОМОБИЛ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

Олий ўқув юртларининг «Автомобил йўллари» ихтисослиги талабалари учун дарслик

Русчадан профессор А.Р. Қодирова томонидан муаллифлаштирилган таржима

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги тегишли олий ўқув юртлари учун дарслик сифатида нашрга тавсия этган

Тошкент - 2001 йил.

Дарслик автомобил йўлларини қидирув ишлари ва лойиҳалашга мўлжалланган. Биринчи қисмда йўл элементларига планда ва профилда қўйиладиган асосий талаблар, йўл пойининг устиворлигини таъминлаш, йўл тўшамасининг қалинлигини белгилаш ва йўл трассасини жойлардан ўтказиш усуллари, сув ўтказувчи кичик иншоотларни ҳисоблаш баён этилган.

«Автомобил йўлларини лойиҳалаш» дарслигининг ушбу ўзбекча нашри рус тилидаги «Проектирование автомобильных дорог» дарсли-гининг профессор А.Р.Қодирова томонидан муаллифлаштирилган таржимасидир. Дарсликни таржима қилишда унга таржимон томонидан Марказий Осиё, хусусан Ўзбекистон ҳудудига оид кўпгина илмий изланишлар маълумотлари «Қурилиш меъёрлари ва қоидалари» (ҚМҚ) га мувофиқ киритилди.

Учебник посвящен изысканиям и проектированию автомобильных дорог. В первой части изложены основные требования, предъявляемые к элементам дороги в плане и профиле, методы обеспечения устойчивости земляного полотна, назначения толщины дорожных одежд и проложения трассы дороги на местности, расчеты малых водопропускных сооружений.

Учебник «Проектирование автомобильных дорог» переведен на узбекский язык проф. Кадыровой А.Р. авторским изменениям, где учтены особенности проектирование автомобильных дорог Центральной Азии и включены нормативные данные СНиП 2.05.02-95 «Автомобильные дороги».

The textbook is devoted to surveying and designing of automobile roads. The main requirements to the road elements in planning and profile, the methods of stability of ground bed, thickness of road surface and roads routes in the locality, the calculations of small artificial constructions have been considered in the first part.

The textbook "Avtomobil Yullarini Loyihalash" is the authorized translation of the textbook "Designing of Automobile Roads" made by Prof. Kadirova A.R.

While translating the textbook the author had introduced the peculiarities of roads design under Central Asian conditions, the results of scientific research work; normative data which were given in SNiP 2.05.02-95 "Automobile Roads".

Масъул муҳаррир проф. Аслам Ҳамидов
Муҳаррир Амир Аҳмедов

Тақризчилар: т.ф.д., проф., Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан арбоби Қосимов Э.Қ.,
и.ф.д., проф. Саидов З.Х.

КИРИШ

Ўтмишга назар ташласак, ҳар вақт алоқа тармоқлари ҳудудларни ривожлантириш ва ободонлаштиришда бош омил ҳисобланган. Йўл тармоқларининг юқори даражада ривожи, умумий юк ташишда автомобил транспорти салмоғининг ортиши, қишлоқ хўжалиги, ишлаб чиқариш ва савдони ривожлантириш жараёнини тезлаштиради, янги иш ўринларини вужудга келтиради ва аҳолининг шахсий ташаббусини ривожлантиришга кўмаклашади. Шунинг учун, умумхалқ бойлиги, юрт фаровонлиги кўзгуси бўлган автомобил йўлларини лойиҳалаш аҳамияти беқиёсдир.

Мамалакатимизнинг океанлардан олислиги, тўғридан-тўғри иқтисодий алоқаларни ривожлантириш, дунё ҳамжамиятларига чиқиш, ҳамда давлатимизга транзит юкларни кириш ва чиқишини таъминловчи транспорт коммуникағияларини ривошлантириш заруриятини келтириб чиқаради.

Шу сабабли Президентимиз И.А. Каримов давлатимиз мустақиллигининг дастлабки йилларидан жаҳон бозорига чиқишнинг Ўзбекистон учун энг қулай ва қисқа йўлларини лойиҳалаш, уларни қуриш ҳақида қайғура бошлаган эди. Ушбу масалани ҳал қилишда Республикамиз раҳбарияти тарихан мавжуд бўлган Карвон йўлларини ривожлантиришга қарор қилди. Бунинг исботи сифатида инсоният тараққиётининг энг улкан ютуқларидан бири ҳисобланган Буюк Ипак Йўлини кўришимиз мумкин.

Автомобил йўлларини лойиҳалаш йўлнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти, табиий шароитлар ва автомобилда ташиш ишларининг самарадорлигини, тежамлилиги ва хавфсизлигини комплекс ҳисобга олган ҳолда йўлнинг барча элементларининг ўлчамларини техник-иқтисодий асослаш тамойилларини, шунингдек, жойларда йўлнинг йўналишини танлаш ва уни қуриш лойиҳасини тузиш усулларини кўриб чиқадиган ўқув фанидир.

Курснинг асосий бўлимлари: йўл ўқ чизиғи (трасса) элементларига ва уларнинг ўзаро боғланишига қўйиладиган талабларни асослаш, йўл пойини лойиҳалаш, йўл қопламаларини лойиҳалаш, жойларда йўл трассасини ўтказиш қоидалари, катта ва

кичик сув оқимлари орқали кўприкли ўтиш йўлларини лойиҳалаш, мураккаб табиий иқлим шароитлардаги минтақаларда йўлларни лойиҳалаш, йўлларни қидириш ва лойиҳаларни тузиш.

Замонавий автомобил йўллари мураккаб мухандислик иншоотларидир. Улар автомобил оқимларининг юқори тезликларда ҳаракатланиш имкониятларини таъминлаши зарур. Уларни шундай тарзда лойиҳалаш ва қуриш лозимки, бунда двигател нормал режимда ишлаганда автомобиллар ўзларининг динамик ҳоссаларини намоён эта олсин, бурилишларда, кўтарилишларда ва пастга тушишларда автомобилнинг четга сурилиш ёки ағдарилиш хавфи бўлмасин.

Йўл қопламаси бутун йил давомида мустахкам бўлиши, автомобиллар ҳаракатланганида тушадиган динамик юкламага қарши тура олиши, текис ва сирпанчиқмас бўлиши зарур.

Йўллар жуда кўп табиий омиллар (қуёш нурида қизиш, музлаш ва эриш, ёғингарчиликлар, сизот сувлари ва йўл устидан оқиб тушадиган сувдан намланиш) таъсирида бўлади. Бу ҳусусиятларни лойиҳаловчилар, қурувчилар, фойдаланиш хизматининг ходимлари ҳисобга олишлари керак; бу ходимлар йўлнинг йил бўйи узоқ муддат давомида нормал ишлашини таъминлашлари зарур.

Мухандис-лойиҳаловчилар: жойларда йўл трассасини танлаш ва лойиҳа ечимларини асослаш учун зарур бўлган дала маълумотларини тўплаш усулларини мукаммал эгаллаган бўлишлари; йўлнинг юк ва йўловчилар ташишдаги қулайлигини, хавфсизлигини ва тежамлилигини таъминлайдиган конструктив элементларини белгилай билишлари; маҳаллий қурилиш материаллари ва саноатнинг кўшимча маҳсулотларидан кенг фойдаланишни кўзда тутишлари; берилган конкрет шароитлар учун энг мақбул ечимни танлашга имкон бериладиган вариантларни техник-иқтисодий баҳолаш ва таққослаш билимларига эга бўлишлари керак. Бунда йўл қурилишига ва кейинчалик йўлни сақлашга таъсир этувчи маҳаллий геофизик шароитларни тўлиқ хисобга олиш зарур.

Йўллар автомобил ҳаракати хавфсизлигини таъминлаши керак. Ҳайдовчиларнинг йўл шароитларини идрок этиш хусусиятларини назарда тутган холда қурилган йўллар, ҳайдовчиларга тўғри

ҳаракатланиш режимларини кўрсатиб борадиган, йўлнинг юқори ўтказиш қобилиятини таъминлайдиган ва жиддий йўл-транспорт ҳодисаларининг юз беришига йўл қўймайдиган барча зарур ахборотни бериши лозим.

Замонавий автомобил йўллари йўловчи ва юкларни оммавий ташишга хизмат қилади. Улар миллионлаб ҳайдовчиларнинг кундалик иш жойлари бўлиб қолади, улардан автобус йўловчилари ва сайёҳатчилар фойдаланади. Буларнинг ҳаммаси ҳар қандай оммавий фойдаланиладиган муҳандислик иншоотига қўйилгани каби автомобил йўлларига ҳам мажбурий юқори меъморлик-эстетик талаблар қўйилишини тақозо этади. Йўл қурилиши билан бир қаторда ҳам ҳайдовчилар ва йўловчиларга, ҳам автомобилларга хизмат кўрсатишга мўлжалланган кенг корхоналар тармоғи (йўл ёнидаги ошхоналар, меҳмонхоналар, шунингдек, техник хизмат кўрсатиш станғиялари, ювиш пунктлари ва ҳ.к.) яратилиши керак. Бу иншоотларнинг ҳамма комплекси йўлни фойдаланишга топшириш билан бир вақтда ишга туширилиши лозим.

Йўл қуриш ишлари жуда кўп транспорт ишларини бажариш ва кўп миқдорда қурилиш материаллари сарфлаш билан боғлиқ сермеҳнат жараёнларга киради. Чунончи, текис жойда шағал асосга асфалқт-бетон қопланган 1 км автомобил йўлини қуриш учун 4,5-5 минг $м^3$ гача чақиқ тош, 2,5 минг $м^3$ қум етказиб беришни ва 20...30 минг $м^3$ ер қазиш ишларини бажаришни талаб этади. Йўл қопламаларини қуриш учун зарур бўлган шағал-тошларни кўпинча узоқ масофалардан турли транспорт воситларида ташиб келтиришга тўғри келади. Йўл қурилиш ишлари бир неча ўн ва юзлаб километрларга чўзилиши билан мураккаблашади, бу эса ишларни ташкил этишнинг ўзига хос шакли ва усулларидан фойдаланишни талаб этади.

Йўл қурилиши суръатларининг ўсиши янада индустрлаштирилиши, автоматлаштирилиши ва барча қурилиш жараёнларининг комплекс механизағиялашига, номалакали мехнатдан фойдаланиш соҳасининг қисқартирилишига асосланган бўлиши керак. Капитал қурилишнинг бошқа соҳаларида бўлгани

каби, йўлларнинг лойиҳалари ҳам заводда тайёрланган йиғма темир-бетон конструкғиялар ва деталларни кенг қўллашга қаратилиши керак, булар йўл қопламалари ва сунъий иншоотлар қурилишини механизағиялаштиришга имкон беради.

Йўл қурилиш режаларининг бажарилиши қурилиш сифатини ошириш ва унинг қийматини камайтириш билан чамбарчас боғланган. Қурилаётган йўлларнинг сифатини ҳар жиҳатдан яхшилашга лойиҳа ечимлари даражасини оширмасдан туриб эришиб бўлмайди, бу ечимлар қурилиш қийматини камайтирган ва уни оқилона ташкил қилган ҳолда тежамкорлик, автомобил йўлларига қўйиладиган хавфсизлик ва қулайлик талабларини тўла қонлириш билан қўшиб олиб бориш зарур.

Йўлларнинг пухталигига қуйиладиган талабларнинг ортиби бориши туфайли йўл қурилиш нархи жуда ошиб кетди. Бу эса техник жиҳатдан мақбул ва иқтисодий жихатдан тежамли лойиҳа ечимларини қидиришни тақоза этади, бу ечимлар йўл қурилиши ва ундан фойдаланиш тажрибаси билан ўзини оқлаган ташиш хусусиятларини ва жойдаги табиий шароитларни батафсил хисобга олишга асосланган бўлиши керак. Қурилган йўллар хизматининг тажрибасини ҳисобга олиш ва йўл ҳамда кўприклар қурилишида эришилган энг янги ютуқларга асосланган намунавий лойиҳалардан кенг фойдаланиш катта аҳамиятга эга.

Йўлларни лойиҳалашда ортиқча мустаҳкамлик заҳирасини бартараф этиш, чекланган ва четдан келтириладиган материаллардан оқилона фойдаланиш зарур. Маҳаллий қурилиш материалларидан, шу жумладан грунтлардан, саноат чиқиндилари ва қўшимча материаллардан кенг фойдаланиш, уларни иншоотларда транспорт ҳаракатидан тушадиган кучланишларга ва табиий омилларнинг жадал таъсирига мос равишда жойлаштириш, зарурат бўлган холларда бу материалларни мустаҳкамлаш чораларини кўриш керак.

Йўллар турли-туман табиий шароитларда кенг текисликларда, қум саҳроларида, шўрхохларда ва суғориладиган пахтазорларда, тоғларда қурилади.

Турли табиий шароитлар лойиҳачилардан қўйилган вазифаларга ижодий ёндошишни ва ҳар бир конкрет ҳолда техник жиҳатдан тўғри ва иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ муҳандислик ечимини топа билишни, йўл қурилишига табиий факторларнинг ва бу йўл бўйича автомобиллар оқимининг келажакдаги ҳаракат оқими хусусиятларини эътибор билан ҳисобга олишнинг уддасидан чиқа билишни талаб этади.

Йўлларни лойиҳалаш ва қуриш назарияси узлуксиз такомиллашув жараёнида турибди. У амалий техникавий фан бўлиб, ўзининг ривожланишида техникавий ва табиий-тарихий фанлар-муҳандислик геологияси, иқлимшунослик, грунтшунослик ва грунтлар механикаси, гидравлика, гидрология, кимё ва бошқа фанларнинг, шунингдек, амалий тажриба ютуқларига таянади.

Бу ютуқлардан ва айниқса тез ривожланаётган кимё саноати ютуқларидан кенг фойдаланиш йўл қурувчилар олдида ечиладиган масалалар доирасини кенгайтириш, турли материаллардан, шу жумладан маҳаллий грунтлардан хамда саноатнинг қўшимча маҳсулотларидан фойдаланиш, хоссалари берилган янги материаллар яратиш истиқболларини очиб беради.

Йўл қурилиши мавсумий жараён бўла олмайди. Кейинги вақтларгача қиш ойларида тош материалларни тайёрлаш, бинолар ва кисман кўприклар ва қувурлар қуриш чекланган эди. Йўл пойини ва йўл қопламаларини қуриш ишлари (уларнинг нархи умумий йўл қурилиши нархининг 70% га етади) асосан фақат ёз ойларида бажарилади. Шунинг учун мавсумийликни қисқартириш ва механизация воситалари ҳамда меҳнат ресурсларидан бутун йил давомида режали фойдаланиш, йўл қурувчилар олдида турган катта муаммодир.

Йўл қурувчилар яқин келажакда автомобил йўлларида қатнайдиган транспорт воситаларининг сифат жиҳатидан ўзгариши эҳтимолига тайёр туришлари керак. Электроника ютуқларидан фойдаланиш воситалари ҳаракатни бошқаришни автоматлаштириш имкониятини беради, бинобарин, автомобил йўлларига янги талаблар қўйилади.

БИРИНЧИ БЎЛИМ

АВТОМОБИЛ ҲАРАКАТИНИНГ ЙЎЛНИНГ ПЛАНДАГИ ВА ПРОФИЛДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАРИГА ҚЎЯДИГАН ТАЛАБЛАРИ.

1- боб
ЙЎЛЛАР ТЎҒРИСИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

1.1. Халқ хўжалигининг транспорт тизимида автомобил йўлларининг роли

Юклар ва йўловчилар темир йўл, автомобил йўллари, хаво йўллари, дарё ва денгиз кема йўлларидан ташилади. Суюқликлар ва газлар қувурлар бўйлаб ташилади.

Темир йўл транспортида юк ва йўловчиларнинг асосий қисми узоқ масофаларга ташилади. Бироқ юкларнинг темир йўлларга келтирилиши ва уларнинг истеъмолчиларга етказиб берилиши ортиш-тушириш станциялари билан боғлиқ. Шунинг учун темир йўл транспорти бошқа транспорт турлари билан узвий боғлиқ равишда ишлаши лозим. Кемалар тўхтайдиган жойлар ва аэропортларда ҳам юкларни келтириш йўлларига эҳтиёж бўлади.

Автомобил транспорти юкларни бевосита ташкил этилган жойидан қабул қилиб, уларни мўлжалланган жойига бевосита етқазиб бериши мумкин. Бироқ автомобил транспортининг тонна-километрларга сарфлаган энергияси бошқа турдаги транспорт ҳаражатларидан ортиқ бўлиб, темир йўл тармоғи ривожланган жойларда унинг асосий фаолияти шохобча йўлларда юк ташишдан ва темир йўл транспортидан туширилган юкларни нисбатан қисқа масофаларга ташишдан иборат бўлади. Йўл тармоғининг ҳолати яхши бўлганида 200-400 км гача бўлган масофаларда юклар автомобил транспортида темир йўл транспортига қараганда тезроқ етказиб берилади. Автомобил транспортидан, шунингдек, тез айнийдиган юкларни узоқ масофаларга магистрал йўллардан ташишда муваффақиятли фойдаланилади, чунки бу ҳолда юкларни етказиб бериш ўртача тезлиги темир йўл бўйлаб етказиб беришдан юқори бўлади (асосий станцияларда поездларни қайта тиркашга кўп вақт йўқотилади).

Айниқса тоғли жойларда ва темир йўл хамда сув йўллари йўқ жойларда автомобил транспортининг роли беқиёсдир.

Автомобил транспорти билан ташиладиган юкларнинг умумий ҳажми бошқа транспорт турлари билан ташиладиган юк

миқдоридан анча ортиқдир. Аммо юклар яқин масофаларга ташилганлигидан тонна-километр билан ифодаланадиган умумий юк айланмасида автомобил транспорти ташийдиган солиштирма юк миқдори 6-7% дан ошмайди.

Автомобил транспорти темир йўл транспортига қўшимча равишда йўловчилар ташийди ва бу билан темир йўлдан четда жойлашган ахоли яшайдиган пунктлар билан алоқа боғлайди,автомобил йўллари бўйлаб мустақил равишда ва аҳоли пунктлари чегарасида катта ҳажмдаги юк ташиш ишларини бажаради. Йўловчилар ташиш бўйича йўловчи-километр хисобида унинг улушига 40% дан ортиқроқ иш туғри келади.

Автомобил транспорти аҳоли кам яшайдиган жойларни ўзлаштиришда катта аҳамиятга эга, чунки автомобил йўлларини қуриш темир йўлларни қуришга қараганда арзонга тушади. Шу боисдан йўл қурилиши янги қишлоқ хўжалик ҳудудларини ўзлаштириш, катта фойдали конларни ишга тушириш, янги йирик саноат районларини қуриш билан боғлиқ бўлган барча ишлар қатори бир вақтда олиб борилади.

1.2. Автомобил йўллари тармоғи

Аҳоли яшайдиган жойларни, саноат марказларини, корхоналарни ва қишлоқ хўжалик худудларини ўзаро ва бошқа турдаги транспортнинг ортиш тушириш - пунктлари билан боғловчи йўллар автомобил йўллари тармоғини ташкил этади. Ташиладиган юклар бу тармоқда турли хажмдаги юк оқимларини ҳосил қилади.

Энг мақбул тузилган автомобил йўллари авваламбор юк ва йўловчилар ташиладиган асосий йўналишларга мос келиши керак. Мамлакатнинг асосий иқтисодий ҳудудлари ва муҳим марказлари билан алоқа қилиш учун мўлжалланган давлат аҳамиятидаги такомиллаштирилган магистрал автомобил йўллари тармоғи асосий йўл тармоғи деб хисобланади. Автомобил магистраллари тормоғини режалаштиришда давлатлараро маъмурий, маданий ва хўжалик алоқаларини ва мамлакатнинг мудофаа эхтиёжларини таъминлаш муҳим аҳамият касб этади.

Умумий тармоқ йўллари ва идораларга тегишли йўллар бўлади, идора йўлларига саноат корхоналарининг йўллари, жамоа хўжаликларининг ички хўжалик йўллари киради. Йўл лойиҳалашнинг умумий тамойилларига риоя қилинганда бу йўл

турларидан ҳар бири ўз хусусиятларига эга бўлиб, булар транспорт воситаларини ва ташиладиган юкларни ҳисобга олади.

1.3. Автомобил йўлларида харакатланувчи транспорт воситалари

Замонавий автомобил йўллари транспорт воситаларининг асосий тури-автомобилларни кўпроқ ўтказишга мўлжалланган. Йўл қопламини бузувчи занжирли машиналар ва камдан-кам ишлатиладиган от-аравалар параллел ўтадиган тупроқ йўллардан ёки махсус қурилган трактор йўлларидан юриши керак. Шунинг учун автомобил йўлларида ҳаракатланувчи асосий воситалар турли хил автомобиллар - автобуслар, енгил ва юк автомобиллари, автопоездлардан иборат. Қишлоқ хўжалик ҳудудларидаги йўлларда бир неча тиркамали трактор поездлари ҳаракатланиши мумкин. Резина шинали мотоцикллар ва қишлоқ хўжалик машиналарининг юришига йўл қўйилади.

Ҳар қандай муҳандислик иншооти каби йўл ҳам, уни лойихалашда мўлжалланган турдаги ва миқдордаги юкни ўтказишни таъминлаши мумкин. Автомобилсозлик саноати тараққий этиб, автомобил турларини узлуксиз такомиллаштирмоқда ва ўзгартирмоқда. Автомобилларнинг юк кўтариш кучини ошириш ва автопоездлардан кенг фойдаланиш доимий анъана бўлиб қолган.

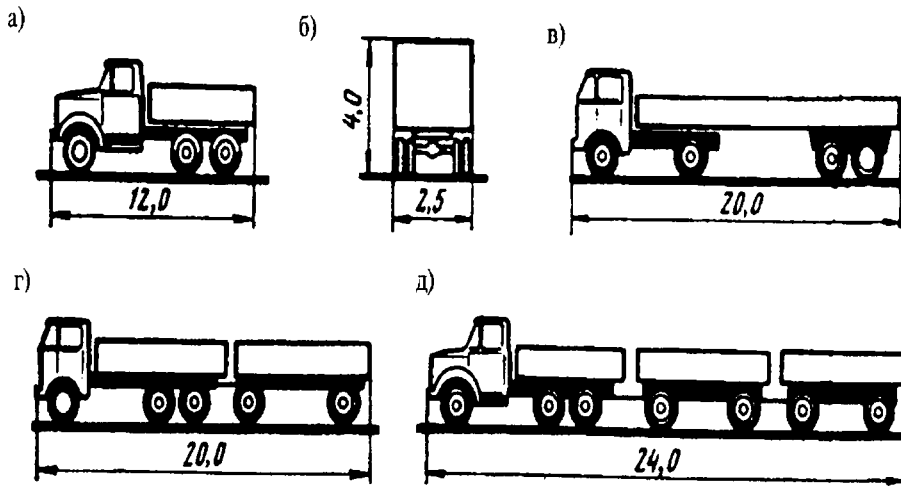
Ҳар қайси йўл ўнлаб йиллар хизмат килади ва шунинг учун бу йўллардан келажакда юрадиган автомобилларни кўрсаткичларини аниқ билиш қийин. Айни бир вақтда йўлни бир неча йил олдинга ҳисобланган ортиқча мустаҳкамлик заҳираси билан қуриш иқтисодий жихатдан мақсадга номувофиқдир. Шунинг учун автомобил габаритларига ва улардан тушадиган оғирликларга стандартлар ишлаб чиқарилади. Автомобил саноати бу стандартларга риоя қилиши ва автомобил йўлларининг элементларига белгиланган меъёрлар мослаштирилиши шарт.

Мамлакатимизда автомобилларнинг габарит ўлчамларига қўйиладиган талаблар уларнинг баландлигини 4 м, энини 2,5 м билан чегаралайди (1.1-расм).

Йўл ташкилотлари йўлларни якка ўқига 100кН, жуфт ўқларига 180 кН (А гуруҳ автомобиллари) юк тушадиган автомобилларнинг жадал ҳаракатига мўлжаллаб лойиҳалайди, қолган йўлларда-тегишлича 60 ва 100 кН юкка (Б гуруҳ автомобилларига) мўлжаллаб

лойиҳалайди. Бу ҳол юк ташишни ташкил этишни қийинлаштиради,чунки кўп йўлларда кўп юк ортадиган автомобиллардан фойдаланиш имкониятини чеклаб қўяди, тасодифий ўтишлар эса йўлнинг тез бузилишига олиб келади.

Автомобил йўлларида харакатланадиган воситаларнинг габаритларини чеклаш йўл элементларини қандай автомобилга мўлжаллаб танлаш муаммосини ҳал этмайди. Автомобил йўллари плани ва профилининг элементларини аниқлаш формуласига автомобилларда катта чегараларда ўзгариб турадиган бир қанча тафсилотлар киради. Булар жумласига, масалан, автомобилларнинг динамик сифатлари, хайдовчи кўзининг қатнов қисми сатҳига ва унинг четига нисбатан вазияти ва бошқалар киради. Бу ҳол автомобил ҳаракати талабларини қондириш даражасини баҳолашда қийинчилик туғдиради, чунки йўлнинг транспортбоп сифатларини баҳолашда автомобилнинг қайси турини мўлжаллаш номаълумдир.



1.1-расм Иўлларда автомобиллар ва автопоездларнинг ҳаракатланишига рухсат бериладиган чегаравий габарит ўлчамлари:
а, б - юк автомобили; в - икки ўқли шатаклагич ярим тиркама билан; г - уч ўқли шатаклагич икки ўқли прицеп билан; д - уч ўқли шатаклагич иккита икки ўқли тиркама билан.

Автомобил йўлларидаги кўприклар йўлга қараганда қаттароқ юкларга мўлжаллаб лойиҳаланади, чунки уларни қуришда улардан алоҳида оғир юкларни олиб ўтиш имконияти кўзда тутилиши зарур.

1.4. Автомобил йўлларидаги ҳаракатларнинг тавсифи

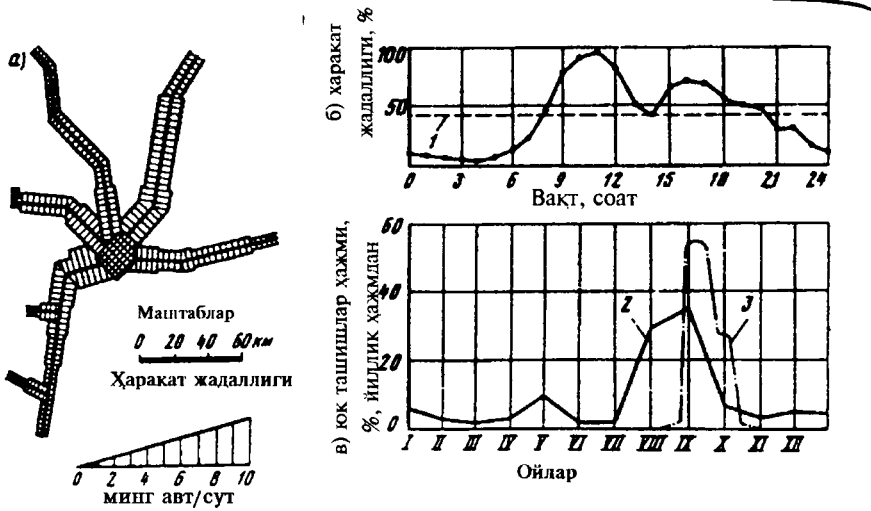
Турлари, юкланиш даражаси ва техник жиҳатдан ўзаро фарқланувчи алоҳида автомобиллар бир йўналишда турли тезликларда мустақил ҳаракатланиб, йўлда транспорт оқимини хосил қилади.

Шубҳасиз, оқимда қанча кўп автомобиллар ҳаракатланса, йўл қурилишига шу қадар юқори талаблар қўйилиши керак. Йўлнинг турли элементларига қўйиладиган талабларни асослашда транспорт оқимининг турли тавсифларидан фойдаланилади. Йўл пойининг ва қатнов қисмининг энини асослашда автомобилларнинг ҳаракатланиш қаторлари сонини белгилаш учун автомобилларнинг юкланиши эмас, балки маълум муддат ичида йўлдан ўтадиган автомобиллар сони ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади. Шунинг учун йўлларда ҳарактланишнинг асосий тафсилоти сифатида вақт бирлиги ичида (сутка, соат) йўлнинг бирор кесими орқали ўтадиган автомобилларнинг умумий сони қабул қилинади, у харакат жадаллиги (интенсивлиги) деб аталади.

Одатда йўлнинг ишлаш шароитларини баҳолашда ҳаракат интенсивлиги ўтаётган автомобилларнинг хақиқий сонини ифодалайди, бунда автомобиллар сони, уларнинг туридан катъий назар, кўшиб топилади. Бунда шартлилик бор, чунки йўллардан кичик тезликда оғир тиркамали бир неча автопоезднинг ўтиши давомийлиги бир хил сонли енгил автомобилларнинг ўтишига эквивалент эмас. Баъзан аниқлаштириш учун ҳаракат воситаларида енгил, юк автомобиллари ва автобусларнинг улушлари кўрсатилади.

Шунинг учун йўлдан ўтказиш мумкин бўлган (6.4 -§га қ.) автомобиллар сонини тавсифлаш учун хақиқий ҳаракат интенсивлиги енгил автомобилларнинг эквивалент сонига келтирилади. Бунинг учун келтириш коэффициентларидан фойдаланилади, улар битта юк автомобили ёки автопоезд ўтган вақт ичида йўл участкасидан қанча енгил автомобил ўтган бўлиши мумкинлигини тавсифлайди. Бу коэффициентларга ҳар қайси тур автомобиллар сони кўпайтирилади. Келтирилган ҳаракатланиш интенсивлигини аниқлашда қуйидаги коэффициентлардан фойдаланилади:

Транспорт воситалари тури	Келтириш коэффициенти
Енгил автомобиллар	1,0
Мотоцикллар ва мопедлар	0,5
Юк кутариши 2-14 т бўлган юк автомобиллари	1,5-3,5
Узунлиги 12-30 м бўлган автопоездлар	3,5-6,0



Расм 1.2. Йўлларда ҳаракат интенсивлиги ўзгариши:

а - маршрутларнинг турли участкаларида шаҳарга яқинлашишда ҳаракат интенсивлиги; б - сутка мобайнида ҳаракат интенсивлигининг ўзгариши; в - йил давомида ташиш ҳажмининг ўзгариши; 1 - ўртача йиллик суткалик интенсивлик; 2 - қишлоқ хўжалик туманларида дон ташиш; 3 - шакар лавлаги ташиш.

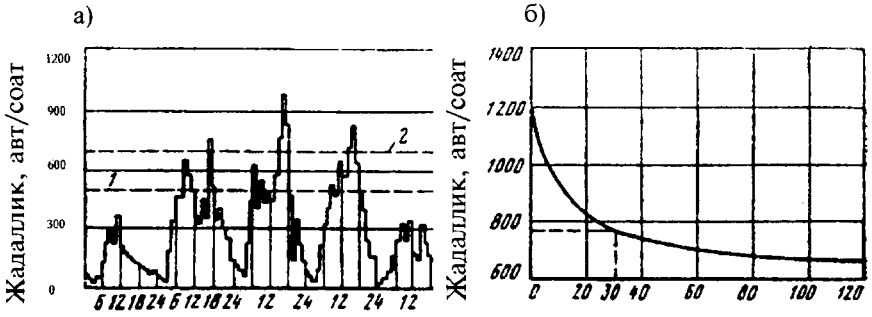
Автобуслар учун келтириш коэффициенти уларни тайёрлашда асос қилиб олинган автомобилларидаги каби қабул қилинади. Юк автомобилларининг тезлиги паст бўладиган паст-баланд ва тоғлик жойларда келтириш коэффициенти мос равишда 1,2 марта ортади.

Ҳаракат интенсивлиги йўлнинг айрим қисмларининг узунлиги бўйича ўзгаради: шаҳарлар, аҳоли яшайдиган йирик пунктлар ва темир йўл станциялари яқинида ортиб, маршрутнинг ўрта қисмларида энг кичик қийматга эга бўлади (1.2 расм, а).

Ҳаракатланиш интенсивлиги сутка мобайнида ҳам ўзгаради ва тунда кескин камаяди (1.2 расм, б). Йил давомида ҳам, ҳафта кунлари давомида ҳам ўзгаришсиз қолмайди.

Қишлоқ йўлларида ҳосилни йиғиб-териб олиш даврида ҳаракат интенсивлиги анча ортади (1.2 расм, в). Байрам кунларида юк автомобилларининг ҳаракати камаяди, ва аксинча, енгил автомобиллар ҳаракати ортади. Ҳаракат интенсивлигининг айтиб ўтилган тез-тез ўзгариши муносабати билан уни фақат хисобга олинган вақт давомидаги ўртача қийматлар билан ишончли тавсифлаш мумкин.

Йўлларни лойиҳалашда ҳаракат йил давомида йўл қисмидан сутка мобайнида ўтадиган автомобилларнинг ўртача сони билан тавсифланади. Автомобилларнинг бундай ўртача сони ўртача йиллик суткалик ҳаракатланиш интенсивлиги деб аталади. Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари (пахта, ғалла) ташиладиган баъзи йўлларда ҳаракатланиш интенсивлиги маҳсулот топшириш даврида ўзининг ўртача йиллик қийматидан ортиб кетади. Бундай транспорт ишларининг халқ хўжалиги учун катта аҳамиятга эга эканлигини ҳисобга олиб, йўлнинг пландаги ва бўйлама профилдаги элементлари учун меъёрлар ишлаб чиқишда (йилнинг энг тиғиз ойида ўртача ойлик ҳаракатланиш интенсивлиги ўртача йиллик қийматидан 2 марта ортиқ бўлса) ҳисобий ҳаракатланиш интенсивлигини ўртача йиллик қийматидан 1,5 марта ортиқ қабул қилиш рухсат этилади.



1.3-расм. Автомобиллар ҳаракатининг соатлик интенсивлиги (жадаллиги): а - айрим кунларда интенсивлик ўзгариши; б - йилига 28 соатдан ортадиган интенсивлик; 1 - ўртача йиллик суткалик интенсивлик; 2 - «тиғиз» соатларда ўртача интенсивлик.

Йўл ҳаракати бутун сутка давомида механизациялаштирилган тарзда олиб бориладиган мамлакатларда ҳаракат интенсивлигини тавсифлаш учун қиймати бўйича 30-бўлган йиллик ўртача энг катта соатлик ҳаракат интенсивлигидан фойдаланилади, яъни ундан йил давомида фақат 29 соат ортиб кетиш мумкин (1.3-расм).

У ўртача йиллик суткалик интенсивликнинг 1/6 қисмига яқин. Соатлик интенсивлик билан йилдаги шу интенсивликдан ошиб кетадиган соатлар сони қийматлари ўртасидаги боғлиқликни ифодаловчи графикда 30- максимумга мос келувчи нуқта одатда эгри чизиқнинг тез пасаядиган қисмидан секин ўзгарадиган қисмига ўтиш жойида жойлашган бўлади (1.3-расм, б).

Бизда келтирилган интенсивликни йилда 50 соат ошиб кетадиган интенсивлик тарзида қабул қилиш тўғри хисобланади.

Интенсивлик ҳаракатнинг муфассал тавсифи эмас. Лойихалаш ва автомобил йўлларидан фойдаланишнинг баъзи масалаларини ечиш учун бир канча тавсифлардан фойдаланилади.

Чунончи, йўл қопламининг қалинлигини ҳисоблаш учун юкламанинг миқдоригина эмас, балки ўлчамлари ҳам аҳамиятга эга. Оғир автомобилнинг бир марта юриб ўтиши кўп сонли енгил автомобилларнинг ўтишига қараганда йўлга каттароқ емирувчи таъсир кўрсатади. Бу ҳол ҳақиқий ҳаракат интенсивлигини оғир автомобиллардан биттасининг келтирилган ҳаракат интенсивлигига қайта ҳисоблаш йўли билан ҳисобга олинади (16.3 -§ га қ.).

Амалда енгил автомобиллар ҳаракатланмайдиган саноат корхоналари йўлларини лойиҳалашда транспорт оқими юк ташиш тиғизлиги билан - йил давомида ташиладиган юкларнинг нетто массаси (млн. т) билан тавсифланади. Ҳаракат воситасини муфассал тавсифлаш учун автомобиллар одатда тўртта асосий тоифага бўлинади: ўта кам юк кўтарувчи - 1 т гача, кам юк кўтарувчи - 1 дан 2 т гача, ўртача юк кўтарувчи - 2 дан 5 т гача, кўп юк кўтарувчи - 5 т дан юқори - йўл шароитлари билан чекланган қийматгача.

1.5. Автомобил йўлларининг таснифи

Умумий фойдаланувдаги автомобил йўллари ўзларининг халқ хўжалигидаги маъмурий ва маданий аҳамиятига кўра бир нечта гуруҳларга бўлинади.

Умумдавлат аҳамиятига эга бўлган йўллар МДҲ давлатларининг пойтахтларини ўзаро боғлайди, шунингдек, энг муҳим саноат ва

маданият марказларини боғлайди, қўшни мамлакатлар билан транспорт ва сайёхлик алоқаларини таъминлайди, автоном республикалар пойтахти ва қўшни вилоятларнинг йирик марказлари билан боғлайди, I ва II класс аэропортларига, I ва II гуруҳ дарё ва денгиз портларига, оромгоҳларга ва қўриқхоналарга, мамлакат аҳамиятига эга бўлган тарихий ва маданий ёдгорликларга келиш йўллари бўлиб хизмат қилади.

Республика аҳамиятига эга бўлган йўллар республика пойтахтларини аҳолиси 100 мингдан 500 минггача бўлган шаҳарлар билан, бу шаҳарларни эса туманларнинг маъмурий марказлари билан боғлайди.

Вилоят аҳамиятига эга бўлган йўллар автоном вилоятларнинг марказлари, ўлка ва вилоятларнинг маъмурий марказлари ва вилоятларни аҳолиси 10 мингдан 100 минггача бўлган туман марказлари ва пунктлар билан бирлаштиради, қисқа келиш йўлларини умумдавлат ва республика аҳамиятига эга бўлган йўлларга, вилоят аҳамиятига эга бўлган объектларга боғлайди.

Маҳаллий аҳамиятга эга бўлган йўллар аҳолиси 10 мингдан ортиқ туман марказларини, аҳоли яшайдиган пунктларни ўзаро боғлайди, қишлоқ кенгашлари жойлашган ерни ва жамоаларнинг марказий ҳовлилари билан боғлайди.

Жамоа хўжаликларининг ва бошқа қишлоқ хўжалик корхоналарининг ички йўллари марказий ҳовлиларини уларнинг бўлимлари, бригадалари, фермалари, дала шийпонлари ва бошқа қишлоқ хўжалик объектлари билан боғлайди.

Йўлнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти ва лойиҳани ишлаб чиқиш тугалланган йилдан бошлаб ҳисобланадиган истиқболдаги 20 йиллик ҳаракат жадаллигига қараб, МДҲ даги умум фойдаланувдаги автомобил йўллари собиқ СССР Госстройининг қурилиш меъёрлари ва қоидаларига кўра (СНиП 2.05.02-85) беш тоифага бўлинади (1.1 жадвал).

I ва II тоифаларга умумдавлат, республика, вилоят ва ўлка аҳамиятига эга бўлган йўллар киритилган. Бунда I тоифа йўлларнинг икки тури бир-биридан фарқ қилинади: $I_а$ - умумдавлат аҳамиятига эга бўлган магистрал йўллар, шу жумладан халқаро йўллар; $I_б$ - ҳаракат жадаллиги юқори бўлган бошқа йўллар.

III тоифа йўллар - булар олдин айтиб ўтилган йўлларники каби аҳамиятга эга бўлган, бирок бу тоифаларга киритилмаган йўллар (ҳаракат жадаллиги кам) ва энг муҳим маҳаллий йўллар; IV тоифа

йўллар - республика, вилоят йўллари ва маҳаллий йўллар; V тоифа йўллар мутлақо маҳаллий аҳамиятга эга бўлган йўллар.

1.1- жадвал

Йўл тоифаси	Ҳисобий ҳаракат жадаллиги		
	Енгил автомобилга келтирилган, авт/сут	Транспорт бирликларида, авт/сут	Бир соатлик
$I_а$	>14000	>7000	>2400
$I_б$	>14000	>7000	2400
II	>6000	>3000	1600-2400
III	>2000	>1000	800-1600
IV	>200	>100	-
V	<200	<100	-

Жамоа хўжаликларининг ва бошқа қишлоқ хўжалик корхоналари ва ташкилотларининг ички хўжалик йўллари СниП 2.05.11-83 га кўра улар бўйича бажариладиган юк ташиш ҳажмига қараб, Iс, IIс ва IIIс тоифаларга бўлинади. Iс тоифа йўлларга улар бўйича ташиладиган ҳисобий юк ташишлар ҳажми «энг кўп» ташиладиган ойда 10 минг т неттодан ортиқ бўлган йўллар киради; IIс тоифага - 10 минг т неттодан кам бўлган йўллар киради. IIIс тоифа йўлларга алоҳида қишлоқ хўжалик ер-сувига транспорт хизмати кўрсатадиган дала йўллари киритилади.

Ҳаракат жадаллиги қанча юқори бўлса, йўллар шунчалик мукаммал лойиҳаланади. Бу шу нарсага боғликки, катта жадалликдаги ҳаракатни ўтказиш учун, арзон тушишига қарамасдан, нисбатан тик нишабли ва қатнов қисмининг эни тор бўлган йўл қурилса, бу йўлда автомобиллар катта тезликда ҳаракат қила олмайди. Бундай йўлларда ундан бутун фойдаланиш давомида автомобил транспортининг сарф-харажати жуда катта бўлади.

Албатта, йўл турини белгилашга ёндошув қурилиш ва фойдаланиш қийматлари билан узил-кесил ҳал бўлмайди. Халқ хўжалиги учун йўлнинг аҳамияти ва унинг транспорт тармоғидаги роли тўғрисидаги бир қатор бошқа мулоҳазалар ҳам назарда тутилади. Бир қанча йўллар анча паст тоифага мос келувчи ҳаракат жадаллигига қарамасдан нисбатан юқори техник талабларга риоя қилган ҳолда қурилади, масалан, аэропортга келиш йўллари, бунда энг катта қулайлик ва қатновлар тезлигини таъминлашга интиладилар.

Янгидан ўзлаштирилаетган, аҳолиси кам худудларда қурилаётган

пионер туридаги йўлларни лойиҳалашда ҳам фақат кутиладиган ҳаракат жадаллигидан келиб чиқиш мақсадга мувофиқ эмас. Бундай йўл, қурилгандан кейин бир неча йил мобайнида ҳаракат жадаллиги кам бўлишига қарамасдан, кейинчалик магистрал бўлиб қолади, унинг атрофига аҳоли кўчиб кела бошлайди. Шунинг учун пионер йўлларнинг трассасини, ҳудуднинг узоқ истиқболдаги ривожланишини ҳисобга олган ҳолда, яқин даврга мўлжалланган катта ҳаракат жадаллигига мос келувчи план ва бўйлама кесимнинг техник меъерларига кўра белгилаш керак.

Ҳар қайси тоифадаги йўлнинг барча элементлари якка енгил автомобилларнинг йўлнинг айни тоифасига мос келадиган, яхши кўринишликда ва қуруқ об-ҳавода ёки қопламанинг тоза сирти намлаганида ҳисобий тезликда хавфсиз ҳаракатланишини таъминлаш учун ҳисобланади.

Автомобилларнинг ҳаракат тезлигини, турли тоифадаги йўлларнинг пландаги ва бўйлама профилдаги элементларини ҳисоблаш учун, 1.2 жадвалга мувофиқ қабул қилинади. I тоифа йўллар учун асосий ҳисобий ҳаракат тезлиги замонавий енгил автомобиллар ҳосил қиладиган энг катта тезликларга мос келади, IV тоифа йўллар учун ҳисобий тезлик эса юк автомобилларининг энг катта тезликларига яқин.

6.5 - параграфда кўрсатиб ўтилганидек, йўлда транспорт оқимларининг ҳаракатланишида ўзаро ҳалақит беришлари туфайли ҳаракат тезлиги ҳисобий тезликка нисбатан пасаяди. Бироқ, элементларни юқори тезликларга ҳисоблаш, йўлга кам юклама тушган соатларда, ҳарақатнинг хавфсиз ва қулай бўлишини таъминлайди.

Паст тоифали йўлларда ҳам олий тоифали йўлларда ҳаракатланадиган автомобиллар юради. Бироқ, III-V тоифали йўллар автомобилларнинг ўз динамик сифатларидан тўла фойдаланиш имкониятларини чеклаб қўяди. Шунинг учун автомобил йўлларини лойиҳалаш меъерларида шу нарса махсус таъкидлаб ўтилганки, ҳамма вақт, маҳаллий шароит имкон берганида ва бу ишларнинг ҳажмини ва қийматини жуда ҳам ошириб юбормаган ҳолларда йўлнинг план ва бўйлама кесим элементларининг юқори ҳаракат тезлигини, агар иложи бўлса, ҳатто I тоифали йўллар учун ҳисобий тезликлардан катта тезликларда ҳаракатланишини таъминловчи қийматларини кўзда тутиш керак.

Автомобилларнинг МДҲ да қабул қилинган ҳисобий ҳаракат тезлиги бошқа мамлакатлардаги ҳаракат тезликларига мос келади.

Ўзбекистон Республикаси худуди учун ҚМҚ 2.05-02-95

Автомобил йўллари" ва ҚМҚ 2.05.11-95 «Ички хўжалик йўллари» 1 май 1996 йилдан кучга киритилиши билан СНИП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» ва СНИП 2.05.11-83 - «Внутрихозяйственные дороги» ўз кучини йўқотади.

ҚМҚ 2.05.02-95 да автомобил йўллари бутун узунглиги ёки айрим қисмларининг халқ хўжалигидаги маъмурий аҳамияти ва вазифасига кўра белгиланиб, 1.3 жадвалга асосан қуйидаги тоифаларга бўлинадилар.

1.2.жадвал

Йўл тоифаси	Ҳисобий тезлик, км/соат		
	Асосий	Қийин участкаларда	
		Паст-баланд жойларда	Тоғли жойларда
$I_а$	150	120	80
$I_б$	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30
$I_с$	70	60	40*
$II_с$	60	40	30*
$III_с$	40	30	20**

* жойнинг қийин участкаларида.

** жойнинг ўта оғир участкаларида.

1.3 – жадвал

Йўлнинг Номи	Вазифасига кўра белгиланиши ва ҳаракат шароити	Йўлнинг тоифаси	Автомобил йўлларини халқ хўжалигидаги ва маъмурий аҳамияти
Тезкор автомобил магистраллари	Узоқ масофада тезкор алоқага мўлжалланган. Мустақил давлатлар пойтахтларини, йирик шаҳарларни, республикадаги саноат марказларини бирлаштиради. Катта тезликни ва қулайликни, ҳаракат хавфсизлигини ҳисобга олган ҳолда ҳаракат жадаллигини ўтказишни таъминлайди.	I - а	Халқаро аҳамиятдаги
Магистрал йўллар	А. Нисбатан ҳаракат тезлиги юқори ва транзит ҳаракатлари учун энг кам қийинчилик туғдириш учун мўлжалланган. Республиканинг маъмурий, маданий ишлаб чиқариш марказлари орасини, шунингдек қўшни давлатлар билан транспорт алоқасини таъминлайди, ҳаракат хавфсизлигини ва юқори тезлик таъминланади.	I - б II - а III - а II - б III - б	Халқаро аҳамиятдаги Давлат аҳамиятидаги
	Б. Ҳаракат хавфсизлиги шароитини яратган ҳолда турли транспорт воситалари (автомобиллар, троллейбуслар, ғилдиракли тракторлар) учун мўлжалланган. Республиканинг йирик ва кичик шаҳарларини бирлаштиради, туманлар марказларини, тезкор магистрал йўллар, шунингдек магистрал йўллар орасидаги ҳаракатга хизмат қилади. Минтақадаги ҳаракатнинг ўзига хос хусусиятидан келиб чиққан ҳолда эхтиёжини таъминлайди.		
Йирик шаҳарлар атрофидаги айланиб ўтиш ва халқа магистраллар	А. Транзит автомобилларнинг шаҳарларни айланиб ўтиши учун мўлжалланган, маҳаллий транспорт воситалари ҳаракати рухсат этилмайди.	I - а I - б II - а	Халқаро аҳамиятдаги
	Автомобил йўлларининг кесишиш ва қўшилишлари турли сатҳда лойиҳаланади, бир сатҳда қисман	II - б	Давлат аҳамияти-

	лойиҳалаш техник-иқтисодий ҳисобларга асосан бажарилади. Б. Транзит автомобиллар шаҳарларни айланиб ўтиши учун мўлжалланган, маҳаллий транспорт воситалари ҳаракати рухсат этилади. Қўшилиш ва кесишиш кўпинча бир сатҳда лойиҳаланади.		даги
Магистрал йўлларнинг бош қисми шаҳарга кириш йўли	Юқори жадалликдаги ва ҳаракат тезлиги катта бўлмаган транспорт воситаларини ўтказиш учун, кўпинча кесишишлар ва қўшилишлар бир сатҳда лойиҳаланади. Аралаш оқимни (автомобиллар, троллейбуслар, ғилдиракли тракторлар, шаҳар четига қатнайдиган автобусларни) ўтказишни таъминлайди.	II - б III - б	Давлат ва вилоят аҳамияти-даги
Аэропортларга, темир йўл вокзалларига ва бошқаларга	Юқори тезликдаги енгил автомобиллар ва автобуслар ҳаракати учун мўлжалланган. Юқори тезликни, хавфсиз ва қулай ҳаракатни таъминлайди. Кесишиш ва қўшилишлар кўпроқ турли сатҳда лойиҳаланади I - II даражали аэропортларга келиш йўллари. III-IV даражали аэропортларга келиш йўллари.	I - а II - а	Давлат аҳамияти-даги
Тарихий ёдгорликлар ва дам олиш жойларига келиш шох йўллари	Юқори тезликдаги, асосан енгил автомобиллар ва автобуслар ҳаракати учун мўлжалланган ва шу билан бирга меъморий манзаравий лойиҳалаш асосларига риоя қилган ҳолда юқори тезликни, ҳаракат хавфсизлиги ва қулайлиги таъминланиши керак.	I - а I - б II - а	Халқаро ва давлат аҳамияти-даги
Маҳаллий йўллар	Асосан маҳаллий, тезлиги юқори бўлмаган, аралаш транспорт оқими (автомобиллар, автобуслар, ғилдиракли тракторлар, қишлоқ хўжалик машиналари) ҳаракати учун мўлжалланган. Вилоят, туман марказлари, алоҳида хўжаликлар ва магистрал йўллар орасидаги транспорт алоқасини таъминлайди.	III - б IV - а IV - б V	Маҳаллий аҳамияти-даги

Йўлнинг тоифаси унинг белгиланган вазифасига ва келажакдаги ҳаракат жадаллигига қараб 1.4 - жадвалга асосан қабул қилинади.

1.4-жадвал

Йўлнинг тоифаси	Келажакдаги ҳисобий ҳаракат жадаллиги, авт/сут		
	Енгил автомобилга келтирилган	транспорт бирлигида	
		жами	Шу жумладан ғилдиракли тракторлар
I-а	1800 дан юқори	9000 дан юқори	--
I-б	1400 дан юқори	7000 дан юқори	--
II-а	6000÷14000	3000÷7000	--
II-б	6000÷14000	3000÷7000	150 ва ундан кўп
III-а	2000÷6000	1000÷3000	--
III-б	2000÷6000	1000÷3000	150 ва ундан кўп
IV-а	1600÷2000	800÷1000	20 дан кўп
IV-б	400÷1600	200÷800	20 дан кўп
V	400 гача	200 гача	20 дан кўп

Изох:1. Енгил автомобиллар умумий транспорт оқимида 30% дан кам бўлганда, ҳисобий ҳаракат жадаллиги ўлчами транспорт бирлигида қабул қилинади. 2. $I_А$, $I_Б$; $II_А$, $II_Б$; $III_А$, $III_Б$; $IV_А$, $IV_Б$ тоифали йўлларга бир ҳил талаб қўйилганда матнда улар биринчи тоифали деб ҳисобланади.

2- боб
АВТОМОБИЛ ЙЎЛИНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

2.1. Йўлнинг пландаги элементлари.

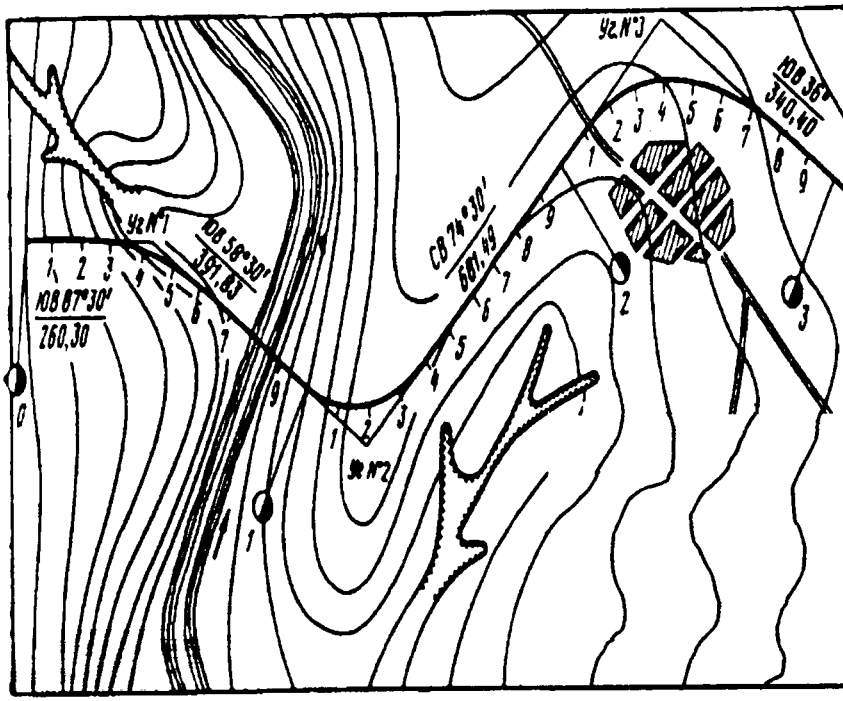
Йўлни энг қисқа йўналиш (берилган нуқталарни туташтирувчи тўғри чизиқ) бўйича қуришга ер сирти рельефи (тоғлар, жарликлар), сувли тўсиқлар (ботқоқликлар, кўл, дарёлар), қўриқхоналар ва бошқа тўсиқлар тўсқинлик қилади. Шунингдек, йўлларни қишлоқ хўжалиги учун қимматли хисобланган унумдор ерлардан ўтказиш ҳам мақсадга мувофиқ эмас. Айни бир вақтда йўлларни берилган оралиқ пунктлар ва шахарларга туташ, дарёларни, темир йўлларни ва автомобил йўлларини кесиб ўтиш қулай бўлган жойлар орқали ўтказиш зарурати туғилади. 2.1-расмда кўриниб турганидек, дарёдан, жарликнинг қия ёнбағри бўйича кўприкка келиш қулай бўлган тўғри участкадан ўтиш зарурати, аҳоли яшайдиган пунктни айланиб ўтиш ва жарликдан ўтмаслик истаги йўл қуришда энг қисқа тўғри йўналишдан четга чиқишга мажбур этти.

Бурилиш бурчаклари ҳисобига йўлнинг узайиши ривожланиш коэффициенти ёки узайиш коэффициенти билан тавсифланади, улар йўл ҳақиқий узунлигининг йўл бошланғич ва охирги пунктларини бирлаштирувчи, кейинчалик «ҳаво йўли» деб аталувчи тўғри чизиққа нисбатига тенг.

Йўлнинг жойдаги геометрик чизиғининг холати унинг трассаси деб аталади. Трасса тўсиқларни айланиб ўтишда, тепаликларга кўтарилишларда ва пастликликларга тушишида планда ва бўйлама профилда ўз йўналишини ўзгартиргани сабабли у фазовий чизиқ хисобланади (2.2-расм).

Трассанинг горизонтал текисликка проекциясининг кичрайтирилган масштабдаги график тасвири трасса плани деб аталади.

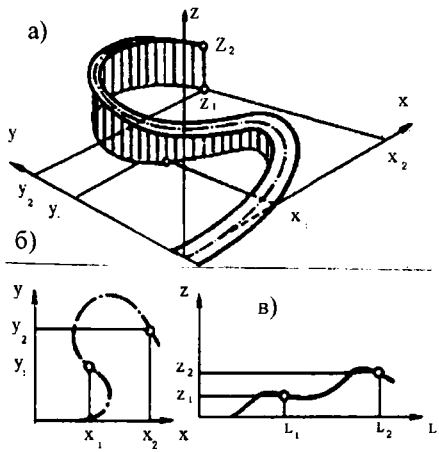
Йўлнинг жойдаги вазиятини белгилаганда унинг йўналиши даставвал синиқ чизиқ тарзида ўтказилади. 1930 йилларгача трассанинг бирдан-бир шакли синиқ чизиқ эди, унинг кесишиш бурчакларида ҳаракат қулай ва хавфсиз бўлишлиги учун ички айлана ёйлари чизиларди. Элементлари (айланма эгри ва тўғри чизиқлар) кескин ўзгарадиган ва анча узун бўлган бундай трасса тепалик шароитларда равон шаклли бўлмайди, «нотекис» туюлади, бу эса йўл пойини кўтаришда иш хажмларининг ортишига олиб келади. Шунинг учун замонавий автомобил йўллари, айниқса юқори тоифали йўллар



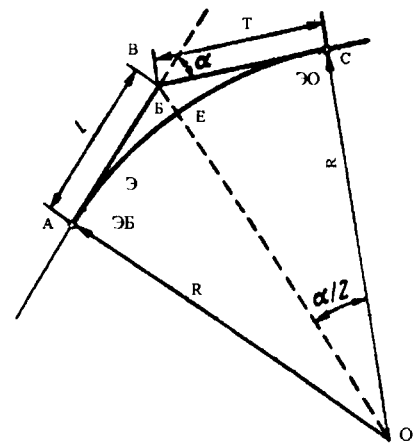
Бурилиш бурчаклар	Бурчак учи	Бурчак		Эгри элементлари			
		Унг	чап	R	T	K	Б
1	ПК2+60,3	29^0		600	155,17	303,69	19,74
2	ПК12+22,0		74^0	350	266,15	455,09	89,70
3	ПК24+74,4	$69^0 30^0$		550	318,55	667,15	119,39

2.1-расм. Йўл ўқ чизиғининг (трассанинг) планда ўтказилиши.

трассаси тўғри чизиқли қисмлари қўшилмалари минимал узунликда бўладиган қилиб лойиҳаланади, бу қўшилмалар айлана ёйларининг радиодал спираллар - клотоидалар билан бирикмаси ёки эгрилиги узлуксиз ўзгарадиган куб полиномлар (сплайнлар) билан аппроксимацияланадиган эгри чизиқлардан иборат бўлади. Кейинги ҳолда тўғри чизиқлардан иборат синиқ участкалар таянч асос хисобланиб, ундан йўлни режалашда эгри чизиқли трассанинг ординаталари ўлчаб олинади. Бу ординаталар ЭҲМ да хисоблаб топилади. Клотоид ва сплайн трассаларнинг хусусиятлари 12.4-§ да батафсил кўриб чиқилади.



2.2-расм. Йўл ўқи фазовий эгри чизиқ эканлиги:
а - йўл пойининг аксонометрияда кўриниши; б - йўл плани; в – бўйлама профил.



2.3-расм. Бурилиш бурчаги элементлари:
α - бурчак; В - бурчак чўққиси; А – айлана эгри чизиқнинг бошланиш нуқтаси /ЭБ/; С - эгри чизиқ охи-рининг нуқтаси /ЭО/; Б - биссек-триса; R - радиус; Э - эгри чизиқ; Т - тангенс.

Энг оддий ҳолда йўлни тўғри чизиқлар ва айлана ёйлари билан ўтказишда трасса йўналишининг хар қайси ўзгариши бурилиш бурчаги билан белгиланади, бу бурчак трасса йўналишининг давоми билан унинг янги йўналиши орасида ўлчанади. Бурилиш бурчаклари йўл бўйлаб - трасса йўналиши бўйлаб кетма-кет номерлаб чиқилади.

Лойиҳаланган трассани жойда аниқ белгилаб чиқиш мумкин бўлсин учун трассани дунё томонларига нисбатан мўлжалланади. Бунинг учун трасса тўғри чизиқли участкаларининг румблари хисоблаб чиқилади (2.1-расмга к.).

Эгриларнинг қуйидаги геометрик элементлари бор (2.3-расм): α - бурчак, R - радиус, К- эгри чизиқ, Т - тангенс, Б - биссектриса. Эгри чизиқ элементлари ўзаро оддий тригонометрик муносабатлар билан боғланган бўлиб, уларни 2.3-расмдан олиш мумкин:

$$T = Rtg\frac{\alpha}{2}; Б = R\left(\sec\frac{\alpha}{2} - 1\right); K = \frac{\pi R\ \alpha}{180} \qquad (2.1.)$$

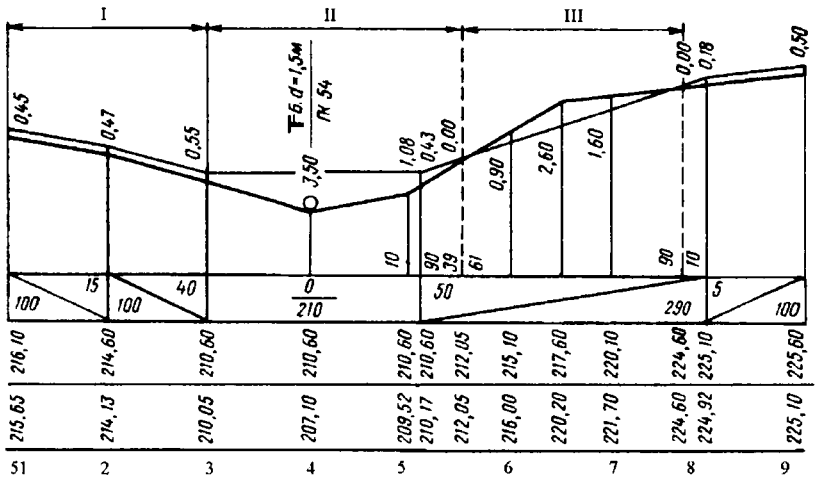
Эгри чизиқларнинг узунлигини аниқлаш ва уларни жойларда режалаш қулай бўлиши учун махсус жадваллардан фойдаланилади.

2.2. Йўл бўйлама профилининг элементлари.

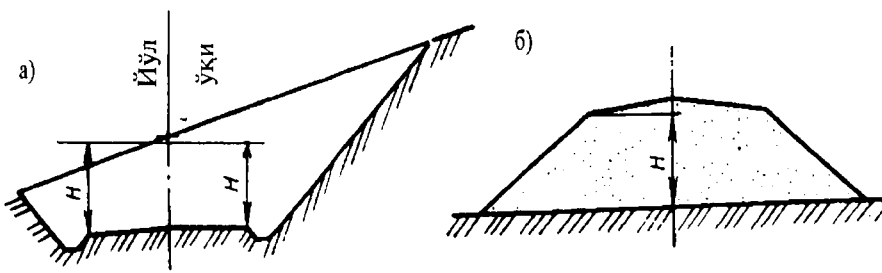
Чизма текислигида ёйиб кўрсатилган йўл ўқининг вертикал текисликдаги проекцияси йўлнинг бўйлама профили деб аталади. Бўйлама профил айрим йўл участкаларининг бўйлама нишаб билан ўлчанадиган тиклигини ва унинг қатнов қисмининг ер бетига нисбатан жойлашувини тавсифлайди. Бўйлама нишаблик автомобил йўлларининг транспортбоплик сифатларини тавсифловчи муҳим кўрсаткичлардан бири ҳисобланади.

Жойнинг табиий қияликлари кўпинча автомобиллардан самарали фойдаланиш учун зарур бўлган жоиз қийматларидан ортиқ бўлади. Бундай ҳолларда йўлнинг нишаблиги ер сирти нишаблигига нисбатан ётиқроқ қилинади, бунинг учун тепаликларга кўтарилишларда грунтнинг бир қисми қирқиб олинади ёки аксинча рельефнинг паст қисмларидан ўтиш жойларига грунт тўкилади.

Грунтни қирқиб олиш натижасида йўл сирти ер сиртига нисбатан паст бўлиб қолган жойлари ўймалар деб, йўлнинг ер сиртидан баландроқ сунъий тўкилган грунт устидан ўтадиган йўл бўлаклари эса кўтармалар деб аталади. Кўтармаларнинг баландлиги 1 м дан кам бўлганида йўл «нол» белгилардан (отметкалардан)* ўтади деб айтилади. Ўйма ва кўтармалар қуриш натижасида йўл белгилари ер сиртининг белгиларига мос тушмайди (2.4 - расм).



2.4.-расм. Бўйлама профилда йўлнинг жойлашиши:
I - йўл «ноль» белгиларда; II - кўтармада; III - ўймада.



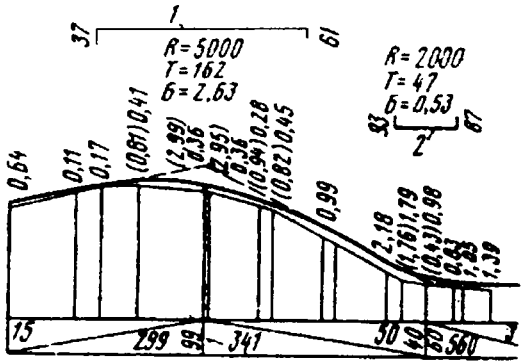
2.5-расм. Йўл пойининг ишчи белгиси:
а - ўймада; б - кўтармада.

Ер сиртининг йўл ўқ чизиғи бўйича белгилари билан йўл кўтармасининг баландлиги ёки ўйма чуқурлигини аниқловчи йўл қирғоғи белгилари орасидаги фарқ ишчи белги[1] деб аталади (2.5-расм).

[1] Ер юзасидаги нуқталарнинг маълум бир (бошлангич) юзага нисбатан баландлиги геодезияда сон билан ифодаланиб, отметка деб юритилади. Биз, бу китобда отметкани «белги» деб олдик (таржимон)

Бўйлама профилнинг нишаблик ўзгарганда ҳосил бўладиган синиқ жойлари ҳаракатланиш учун қатор ноқулайликларни келтириб чиқаради: йўлдаги қавариқ жойлар йўлнинг олдинда жойлашган қисмини кўринтирмай қўяди, эгрилик радиуси нисбатан кичик бўлган синиқ жойларда эса катта тезликда юрилганида автомобилнинг олдинги ўқи енгиллашиб, уни бошқариш мумкин бўлмай қолади; ботиқ синиқ жойларда ҳаракат йўналиши тўсатдан ўзгарганлиги сабабли йўловчиларни безовта қиладиган ва автомобил осмасини зўриқтирадиган туртки хосил бўлади. Шунинг учун бўйлама профилнинг синиқ жойлари туташтирувчи вертикал эгриликлар киритиш йўли билан равонлиштирилади 2.6-расмда бўйлама профилнинг равонлаштирилган синиқ жойлари пунктир чизиқ билан кўрсатилган. Кавслар ичидаги рақамлар вертикал эгриликлар йўқлигида мавжуд бўлган ишчи белгиларни, қавссиз рақамлар эса ҳақиқий белгиларни ифодалайди.

Бўйлама профилнинг график тасвири асосий лойиҳа ҳужжатларидан бири бўлиб, бу ҳужжатлар асосида йўл қурилади.

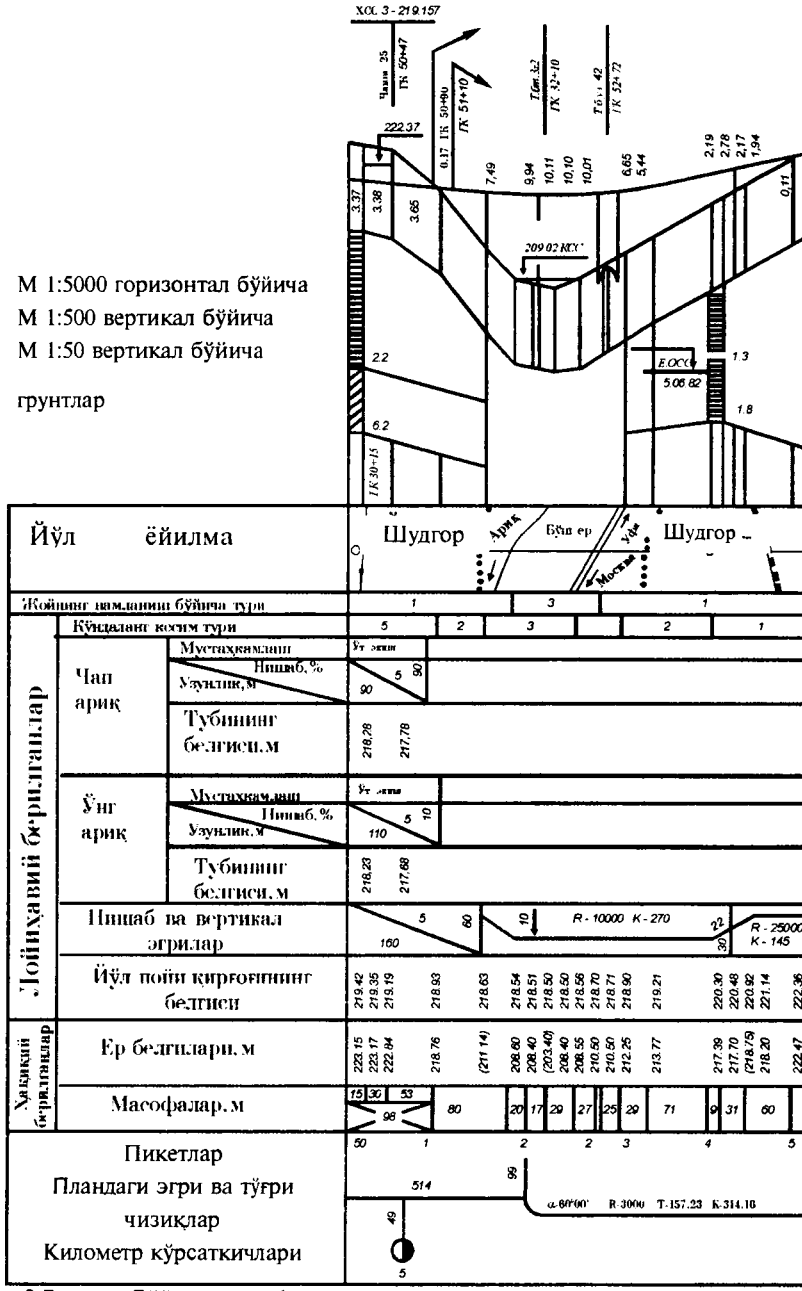


2.6-расм. Вертикал эгри чизиқлар:
1 - қавариқ; 2 - ботиқ.

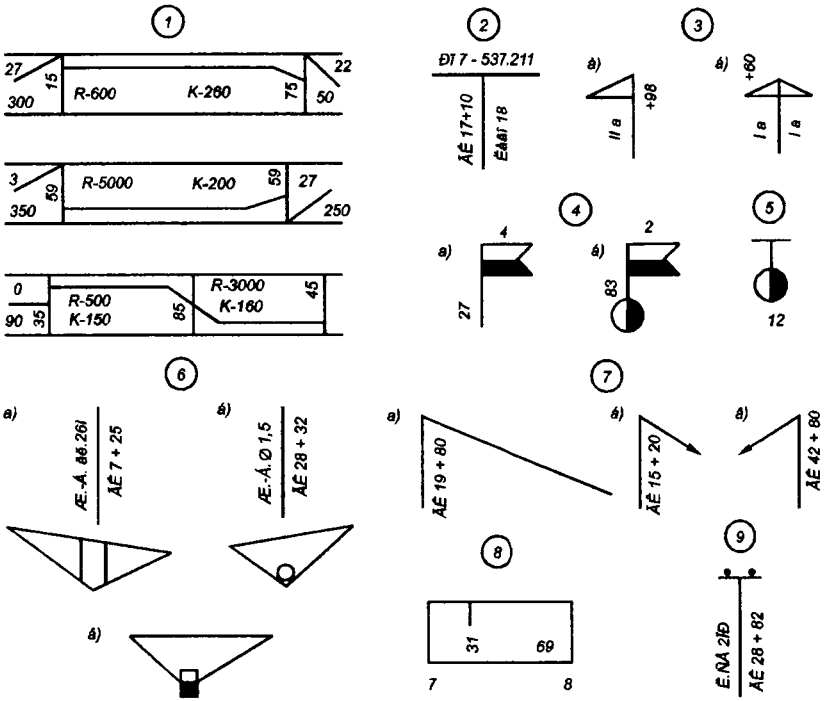
Автоматлаштирилган лойиҳалашда бўйлама профилни расмийлаштириш намунаси (21.511-83 давлат стандартига мувофиқ тузилган) 2.7-расмда кўрсатилган.

Профил олдин графа ясагичда бажарилади, кейин грунтлар, сунъий иншоотлар, жой тафсилоти ва бошқалар тўғрисидаги маълумотлар билан қўлда тўлдириб чиқилади.

Бўйлама профилнинг яққол бўлиши учун вертикал масофалар (белгилар) горизонтал белгиларга қараганда катта масштабда қўйиб чиқилади.



2.7-расм. Бўйлама профилни тахт қилиш намунаси.



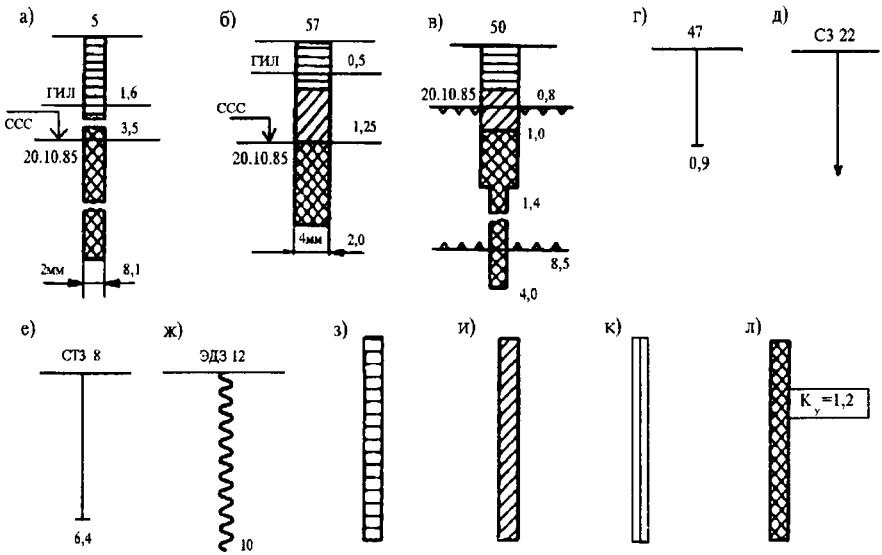
2.8-расм. Бўйлама профилдаги асосий шартли белгилар:
1 - вертикал эгри чизиқлар; (а - шаҳобчаси пастлашувчи қаварик эгри чизиқ; б - шаҳобчаси кўтарилуувчи ботиқ эгри чизиқ; в - қаварик эгри чизиқ пастлашувчи шаҳобчасининг ботиқ эгри чизиқнинг кўтарилувчи шаҳобчасига ўтиши); 2 - 537,211 белгили репер 7; 3 - йўлдан чиқиб келиш: (а - чапга , II а -намунавий лойиҳа бўйича пикет бошидан 98 м да; б - пикет бошидан 60 м да бошқа йўл билан кесишув); 4 -темир йўлни кесиб ўтиш жойлари: (а - қўриқланмайдиган пикет бошидан 27 м да; б - қўриқланадиган ўтиш жойи; байроқчалар устидаги рақамлар ўтиш йўли тоифасини билдиради); 5 - километр белгиси; 6 - кўприк ва қувурлар: (а - темир-бетон кўприк ёки йўл ўтказгич; б-диаметри 1,5 ли думалоқ қувур; в - тўғри тўртбурчак қувур); 7 - сув четлатувчи ариқчалар: (а- тепа ариқчаси; б - сувни ўнгга ташлаш; в - сувни чапга ташлаш); 8 - мусбат нуқталар белгиси; 9 - икки симли алоқа линияси.

Текис жойлардан ўтадиган йўллар учун вертикал масштаб 1:500 (1см да 5м) ва горизонтал масштаб 1:5000 (1 см да 50 м) қабул қилинган.

Бўйлама профилни чизишда шартли белгилашлардан фойдаланилади (2.8-расм).

Ер ва йўл нишабликлари тез-тез ўзгариб турадиган ва унча узун бўлмаган бўлакларда белгилар айирмаси анча катта бўлган тоғли йўлларда анча йирик масштаблар: вертикал масштаб 1:200, горизонтал масштаб 1:2000 қўлланади.

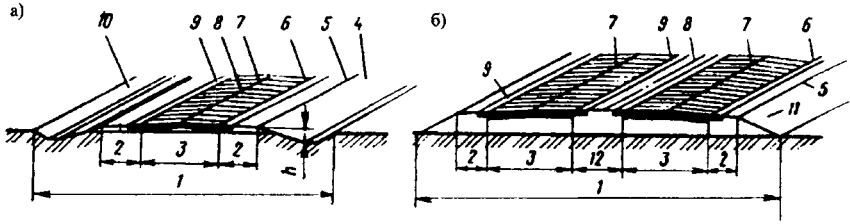
Бўйлама профилдаги ер сирти белгиларини бирлаштирувчи ингичка чизиқ ер сирти чизиғи ёки хомаки чизиқ деб аталади. Йўл чети белгиларини билдирувчи йўғонроқ чизиқ лойиҳа чизиғи деб аталади. Бу чизиқ бўйлама профилда ер сирти чизиғига нисбатан 2 марта йўғонроқ қилиб тасвирланади.



2.9-расм. Грунт профилидаги шартли белгилар:
а - чуқурлиги 8,1 м бўлган № 5 бурғиланган қудуқ (гилланиш 1,6 м чуқурликда, 20.10.85 да сизот суви 3,5 м чуқурликда); б - № 57 шурф; в - чуқурлаштирилган қудуқли № 50 шурф (20.10.85 да доимо музлаган грунтнинг юқориги чегараси 0,8 м чуқурликда, пастки чегараси 8,5 м чуқурликда); г - 0,9 м чуқурликдаги текширувчи қудуқ № 47; д - сейсмик текшириш № 22 нуқтаси; е - статик текшириш № 8 нуқтаси; ж - электродинамик текшириш № 12 нуқтаси; з - кам намли қумли ёки қаттиқ ёхуд ярим қаттиқ лойли грунтлар; и - нам қумли ёки қаттиқ пластик лойли грунтлар; к - нам қумли ёки юмшоқ пластик лойли грунтлар; л - сувга тўйинган қумли ёки пластик ҳоли-да оқувчан ва сувга тўйинган лойли грунтлар, оптимал намликка қараганда намланиш коэффициенти 1,2.

Бўйлама профилда ер сирти чизиғидан 2 см пастроқда ва унга параллел қилиб 1:50 (1 см да 50 см) вертикал масштабда грунт профили чизилади, унга грунтларнинг номи ёзиб чиқилади, шурфларда ва бўрғиланган қудуқларда эса шартли белгилар ёрдамида грунтларнинг намлиги ва зичлик даражаси (консистенцияси) кўрсатилади (2.9- расм).

Торфлар ва сапропеллар профилда улар ётган бутун йўл бўлаги ва аниқланган бутун чуқурлиги бўйича шартли белгилар билан тасвирланади.



2.10-расм. Йўл кўндаланг профилининг элементлари:
а - битта қатнов қисмли йўл; б - иккита қатнов қисмли ва ажратувчи полосали йўл; 1 - йўл пойи; 2 - йўл ёқаси; 3 - қатнов қисми; 4 - ён ариқчанинг ички қиялиги; 5 - кўтарма қирғоғи; 6 - қатнов қисмининг чети; 7 - қатнов қисми ўқи; 8 - йўл ўқи; 9 - четки полоса; 10 - ёнаки ариқчанинг ташқи ёнбағир қиялиги; 11 - кўтарманинг ёнбағир қиялиги; 12 - ажратиш полосаси.

2.3. Йўлнинг кўндаланг профиллари

Жойнинг йўл ўтказиш учун ажратилган, кўтармаларга тўкиш учун грунт қазиладиган, ёрдамчи иншоотлар қуриладиган ва кўчатлар ўтқазиш учун ажратиладиган полосаси йўл полосаси ёки йўлга ажратилган полоса деб аталади.

Йўлнинг вертикал текислик билан кесилган кесимининг кичрайтирилган масштабдаги тасвири кўндаланг профил деб аталади (2.10-расм).

Йўл сиртининг автомобиллар ҳаракатланадиган қисмидаги полосаси қатнов қисми (проезжая часть) дейилади. Бу полоса тош материаллар билан мустаҳкамланиб йўл тушамасини ҳосил қилади. Унинг юқори қисми қоплама (покрытие) деб аталади. I тоифали йўлларда ҳар қайси йўналишда ҳаракатланиш учун мустақил қатнов қисмлари бўлади. Улар ўртасида хавфсизлик мақсадида ажратиш полосаси (разделительная полоса) қолдирилиб, уларга

автомобилларнинг кириши тақиқланади. Қатнов қисмидан ён томонда йўл ёқаси жойлашган. Йўл ёқасидан автомобилларнинг вақтинча туриши ва таъмирлаш вақтида йўл-қурилиш материалларини сақлаш учун фойдаланилади. Йўлнинг қатнов қисмини ўраб турадиган йўл ёқасининг борлиги автомобилларнинг хавфсиз ҳаракатланишини таъминлайди.

Қатнов қисми бўйлаб йўл ёқасида ва ажратиш полосаларида мустаҳкамлаш полосалари (четки полоса) ётқазилади, улар қоплама четининг мустаҳкамлигини оширади ва автомобил ғилдираги қопламадан тасодифан чиқиб кетганида хавфсизликни таъминлайди.

Йўлнинг қатнов қисмини грунт сиртидан керакли сатҳда жойлаштириш учун ён ариқчалари (кюветлари) бўлган йўл пойи (кўтарма ёки ўйма) қурилади, ариқчалар йўлни қуритиш ва ундаги сувларни оқизиб кетиш учун мўлжалланган. Йўл пойига резервлар, кавальерлар ҳам киради. Резервлар кўтармага тўкиш учун грунт олинган, йўл бўйлаб кетган унча чуқур бўлмаган қазилма жойдир. Кавальерлар йўлга параллел уюмлар бўлиб, уларга кўтармаларнинг қўшни участкаларига тўкиш учун зарурати бўлмаган грунт ётқизилади. Бошқача айтганда, йўл пойи (земляное полотно) деб, ер қазиш ишлари олиб борилган ажратиш полосасининг хамма қисмига айтилади.

Қатнов қисми ва йўл ёқаси туташ жойдан яхши текисланган қия текисликлар - ёнбағирлар (откос) билан ажратилади. Ўймаларда ва ён ариқчаларда ташқи ва ички ёнбағир бўлади. Йўл ёқаси ва кўтарма ёнбағирининг ёки ариқча ички ёнбағирининг туташув чизиқлари йўл қирғоғини ҳосил қилади. Йўл қирғоқлари орасидаги масофа шартли равишда йўл пойи (йўлнинг грунтли қатлами) нинг эни деб аталади. Йўл ёнбағрининг тиклиги ётқизиш коэффициенти билан тавсифланади. Бу коэффициент ёнбағир баландлигининг унинг горизонтал проекциясига - ётқизилишига нисбатидан топилади.

Кичик кўтармаларнинг ёнбағирларини, авария ҳолларида автомобилларнинг йўлдан чиқиш имкониятини яратиш учун, 1:5 ёки 1:6 қилиб ётқизиш мақсадга мувофиқдир. Бундай ёнбағир йўлнинг қор уюмлари билан қопланиб қолишини камайтиради ва ҳаракат хавфсизлигини оширади.

Кўтармаларнинг баландлиги 6 м дан кам бўлганида тежамкорлик талаблари нуқтаи назаридан ёнбағирлар қиялиги 1:1,5 қилиб қурилади. Бундай кўтарма анча мустаҳкам бўлади. Баланд кўтармаларнинг ёнбағри ортиқча тик бўлганда нам грунт ўз оғирлиги

ёки йўл ёқасига чиққан автомобилнинг оғирлиги таъсирида сурилиб тушиши мумкин.

Ҳозир амалдаги қурилиш қоидаларига кўра йўл пойини қуришда ёнбағирларни ётқизишнинг қуйидаги коэффициентлари қабул қилинган: I...III тоифали йўлларда баландлиги 3 м гача бўлган кўтармалар учун кўпи билан 1:4 ва қолган тоифали йўлларда баландлиги 2 м гача бўлган кўтармалар учун 1:3. Анча баланд кўтармаларда, шунингдек, унумдор ерларда йўлдан узоқда жойлашган грунт карьерларидан ташиб келтириладиган грунтлардан қуриладиган кўтармаларда ёки йўлдан чиқиш имконияти бўлмаган жойларда қуриладиган кўтармаларда ёнбағирларни 1:1,5 тикликда қуриш рухсат этилади, бунда баланд кўтармаларда албатта иҳоталар ўрнатилиши шарт. Майда қумли ва чангсимон грунтларда, нам иқлимли ҳудудларда ёнбағирларнинг тиклиги 1:1,75 гача камайтирилади.

Баланд кўтармалар турғун бўлиши учун ёнбағирларнинг пастки қисми йўл пойининг четидан 6 м дан бошлаб 1:1,75 қияликда қурилади.

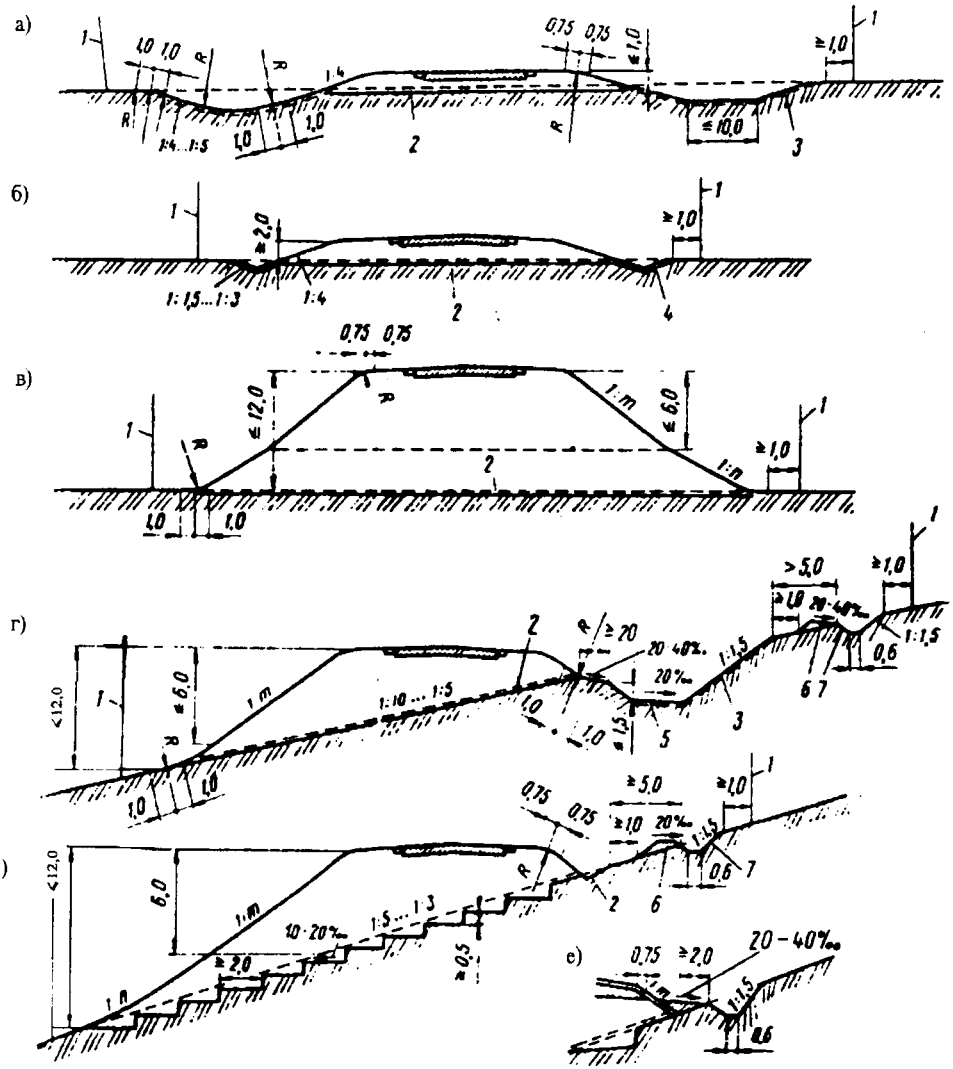
Кўтармаларнинг кўндаланг профиллари 2.11-расмда кўрсатилган.

Баландлиги 2 м ва ундан кам кўтармалар учун кўндаланг профилларнинг икки тури бор: суйри ва носуйри. Улардан асосийси - суйри кўндаланг профил - йўл қуриш учун кенг жой ажратиш мумкин бўлганида қурилиб, юмалоқланган шаклда бўлади, қор-шамол оқимининг йўл устидан осон ўтиб кетишига ва қорнинг тўпланиб қолмаслигига ёрдам беради. Агар йўл унумсизроқ ердан ўтадиган бўлса, кўтармага тўкилиши керак бўлган грунт кўтарма ёнида қазиладиган саёз чуқурлардан - резервлардан олинади. Резервларнинг катта-кичиклиги йўл пойини кўтаришга зарур бўлган грунт миқдорига боғлиқ. Резервларнинг чуқурлиги 1,5 м дан ортиқ ва 0,3 м дан кам бўлмаслиги керак. Резервларнинг эни иложи борича етарлича катта участкаларда бир хил бўлиши зарур.

Йўлларни унумдор ерларда қуришда носуйри кўндаланг кесимли кўтармалар ташиб келтириладиган грунтлардан кўтарилади.

Ўймаларнинг кўндаланг профиллари 2.12-расмда кўрсатилган.

I...III тоифали йўлларда чуқурлиги 1 м гача бўлган ўймаларни суйри кўндаланг профилли қилиб қуриш тавсия этилади, улар қор уюмлари ҳосил бўлмаслигини таъминлайди. Улар икки турда бўлади: ташқи ёнбағри ейиқ очиқ ва кўтармасимон бўлиб, шу қадар кенгайтирилган бўладики, йўлнинг қатнов қисми кўтармада қурилгандек туюлади.



2.11-расм. Кўтармада ўтган йўл пойининг кўндаланг профиллари:
а - баландлиги 1м.дан кам бўлган кювет-резервли суйри кўндаланг профил;
б - баландлиги 2 м.гача бўлган носуйри кўндаланг профил; в - баландлиги 12 м.гача бўлган носуйри кўндаланг профил; г - адрдаги тоғ ён бағри қиялиги 1:1,5 дан 1: 3 гача бўлган резервли кўндаланг профил; д - тоғ ён бағри тиклиги 1:5 дан 1:3 гача бўлган қияламада; е - тоғ олди ариқчаси

бўлмаган кўтарманинг юқориги ёнбағирини грунт билан туташтириш; 1 - йўл учун ажратилган жойнинг чегараси; 2 - ўсимликли грунтнинг олиб ташланадиган катлами; 3 - ёнбағирларга ётқизиладиган ўсимликли грунт қатлами (чим); 4 - чуқурлиги ҳисобланган, ле-кин камида 0,3 м бўлган учбурчак ариқ; 5 - ўлчами грунтнинг зарур миқдорига боғлиқ бўлган резерв; 6 - баландлиги кўпи билан 0,6 м бўлган грунт марзаси; 7 - чуқурлиги ҳисобланган, лекин камида 0,6 м бўлган тоғ олди ариғи.

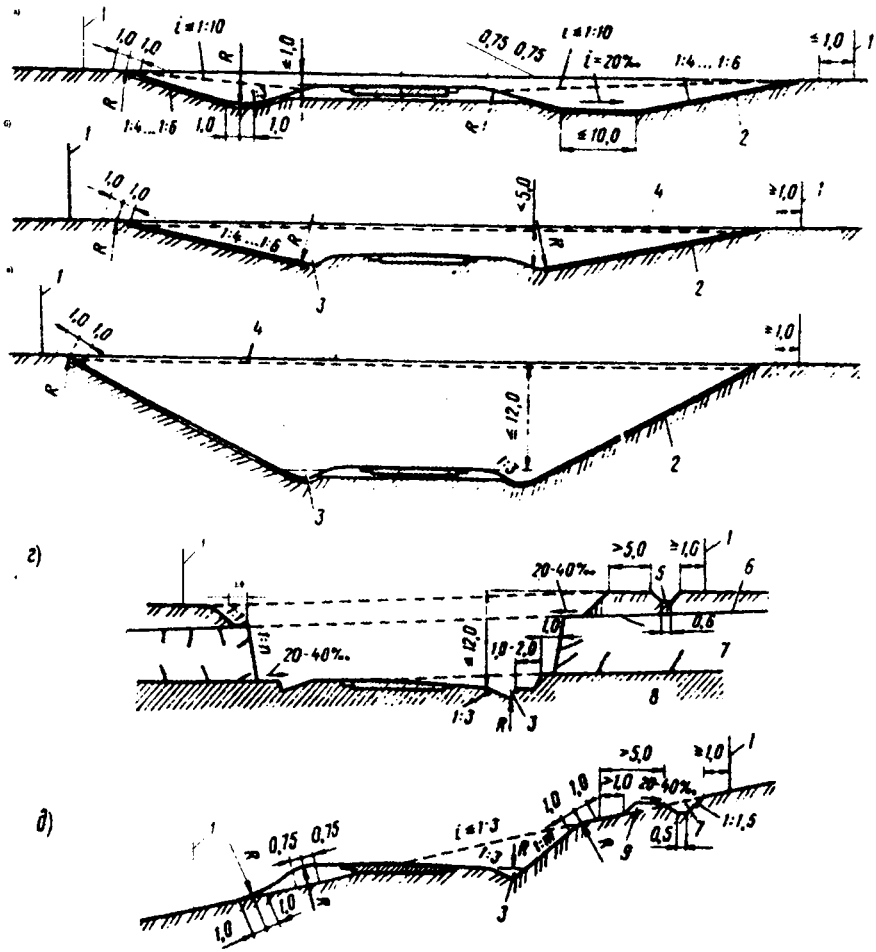
Бўрон ва қор ёғиши тез-тез бўлиб турадиган жойларда чуқурлиги 5 м гача бўлган ўймаларнинг ёнбағирларини 1:1,5-1:2 қияликда қуриш мақсадга мувофиқдир, улар ёнида ташиб келтириладиган ва йўлдан тозаланадиган қорни жойлаштириш учун эни камида 4 м бўлган қўшимча токчалар қурилади.

Ўймаларнинг чуқурлиги 5 м дан ортиқ бўлганда қумли ва бир жинсли лойли зич даражали грунтларда қуриладиган ўйманинг ёнбағирлари 1:1,5 қияликда ётқизилади, йирик чақиқ тоғ жинсли грунтларда 1:1 гача қияликда ётқизилади. Суйриланиш яхши бўлиши учун ёнбағирларнинг ташқи четлари думалоқланади.

Қоя тошли осон нурайдиган ва юмшайдиган жинсларда уларнинг хоссалари, нураш даражаси ва ўйманинг чукурлигига қараб, ёнбағирлар 1:0,5 дан 1:1,5 гача тикликда ётқазилади. Бунда қатламларнинг ётиш нишаблиги, тоғ жинсларининг нурашга қарши турғунлиги ва ўйма ёнбағирларининг экспозицияси ҳисобга олиниши керак. Кўпинча шундай холлар бўладики, қазиш вақтида мутлақо турғун туюлган жинслар (масалан: сланецли ва бўрли жинслар) очилганидан кейин жадал емирилади ва нурайди.

Тўкиладиган материаллар йўл ёқасини ифлослантирмаслиги учун чуқурлиги 2 м дан ортиқ бўлган ўймаларда ёнбағир таги билан ариқнинг ташқи чети орасида эни 1...2 м ли токчалар қурилади, улар йўлдан фойдаланиш жараёнида вақт-вақти билан тозалаб турилади.

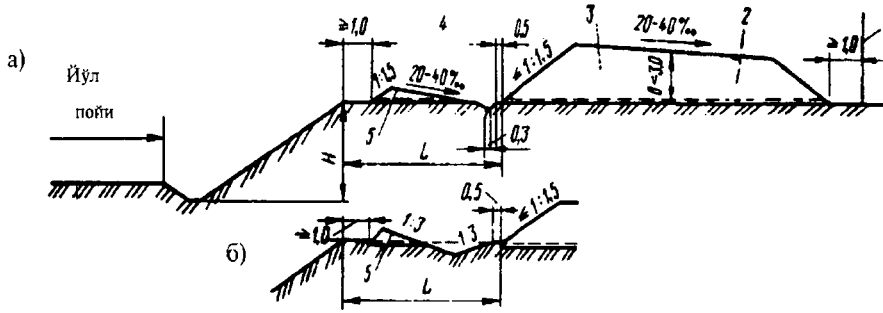
Марказий Осиё давлатларининг қурғоқчил иқлимида лёссли грунтлар ўзларининг тузилиш хусусиятига кўра (ингичка вертикал найчаларнинг деворчалари оҳакли модда билан маҳкамланган) қуруқ жойларда вертикал девор бўлиб туриши мумкин. Шунинг учун лёсслардаги ўймалар йўл қирғоғидан Н+5 м дан яқинроқда ёнбағирларини 1:0,1-1:0,5 тикликда қилиб қурилади (бу ерда: Н-ўйма ёнбағрининг баландлиги, м). Бироқ бундай кўндаланг профилни лёссли қумоқ тупроқларда ва нам хамда серёмғир худудлардаги лёссларда қўллаб бўлмайди, бу ерларда ўйма ёнбағирлари 1:0,5 дан 1:1,5 гача тикликда ётқизилади.



2.12-расм. Ўймалардаги йўл пойининг кўндаланг кесими (профили): а - суйри профилли саёз ўймалар - очиқ (чапда) ва кўтармасимон қазилган (ўнгда); б - саёз суйриланмайдиган ўйма; в - чуқурлиги 12 м гача бўлган ўйма; г - бир жинсли бўлмаган грунтлардаги ўйма; д - қияламадаги ярим-ўйма - яримкўтарма; 1 - йўл учун ажратилган жойнинг чегараси; 2 - ёнбағирлардаги ўсимликли грунт қатлами; 3 - чуқурлиги ҳисобланган бироқ 0,3 м дан кам бўлмаган ариқ; 4 - ёнбағирларда қирқиб олинадиган ўсим-ликли грунт қатлами; 5 - чуқурлиги камида 0,6 м бўлган тоғ олди ариғи; 6 - юмшоқ ётқизиқлар; 7 - осон нурайдиган қоя жинслар; 8 - кам нурайди-ган қоя жинслар; 9 - баландлиги кўпи билан 0,6 м бўлган грунт марзаси (банкет).

Агар ўйма физик хоссалари бўйича бир жинсли бўлмаган грунтларни кесиб ўтса, ёнбағирларни синиқ ёки поғонали шаклда қуриш мумкин (2.12-расм, г). Бироқ бундай ёнбағирларни ётқизиш мураккаб ва шунинг учун уларга ер қазиш ишларининг нархини анча камайтириш мумкин бўлганда рухсат берилади.

Агар ўймадан олинадиган грунт кўтарма учун яроқсиз бўлса ёки ер қазиш ишлари баланси нуқтаи назаридан уни яқин жойлашган кўтармаларга йўл бўйлаб ташиш мақсадга мувофиқ бўлмаса, бу грунт кўтармадаги йўл пойининг ёнбағирларини қуришда ишлатилади ёки ўймага яқин бўлган чуқурчаларга тўкилади. Грунтдан кўрсатилган мақсадлар учун фойдаланиш мумкин бўлмаган ҳолларда унинг йўл четидаги бўлагига ўймани қирғоғига параллел бўлган шундай марзалар, яъни грунт уюми-кавальерлар мунтазам геометрик шаклда ясаб жойлаштирилади. (2.13- расм.)



2.13-расм. Кавальерларнинг жойлашиш схемаси.
а - кавальернинг кўндаланг профили; б - марза ортидаги ариқ варианти; 1 - йўл учун ажратилган жой; 2 - кесиб олинадиган ўсимликли грунтнинг кесиб олинадиган қатлами; 3 - кавальер (грунт уюми); 4 - марза ортидаги ариқ h=0,4 м; 5 - марза.

Кавальерларнинг баландлиги 3 м дан ошмаслиги керак. Улар ўйма ёнбағирининг ташқи қирғоғидан 3 м масофада тўкилади. Кучсиз ва ўта намланган грунтларда кавальернинг оғирлиги қияликнинг сурилиб кетишини келтириб чиқариши мумкин бўлган холларда кавальерларни йўл қирғоғидан H+5 м масофада жойлаштирилади (бу ерда H-ўйма ёнбағирининг баландлиги, м). Қишда кучли бўрон бўлиб

турадиган чўлларда кавальерлар ўймадан 20 м узоқликда жойлаштирилади, шунда улар ёнида ҳосил бўладиган қор қатламлари ўймага тушмайди.

Ёмғир сувлари ёки қор эриганда ҳосил бўлган сувлар ўймага оқиб тушмаслиги учун кавальер билан ўйманинг ёнбағири ўртасига учбурчак профилли грунт марзаси тўкилади, бу марза банкет деб аталади. Банкетнинг баландлиги 0,6 м дан ошмайди. Банкет ёнбағирининг таги ўйма четидан камида 1 м узоқликда бўлиши керак. Банкет сирти ўймадан четга қаратиб 20...40‰ нишабда қилинади. Банкет билан кавальер ўртасига туби бўйича чуқурлиги ва эни кўпи билан 0,3 м дан ошмайдиган банкет орти ариғи қурилади.

3- боб
АВТОМОБИЛЛАРНИНГ ЙЎЛЛАРДА ХАРАКАТЛАНИШИНИ ҲИСОБЛАШ АСОСЛАРИ

3.1. Автомобилнинг йўлда ҳаракатланиши Автомобил ҳаракатига кўрсатиладиган қаршилик

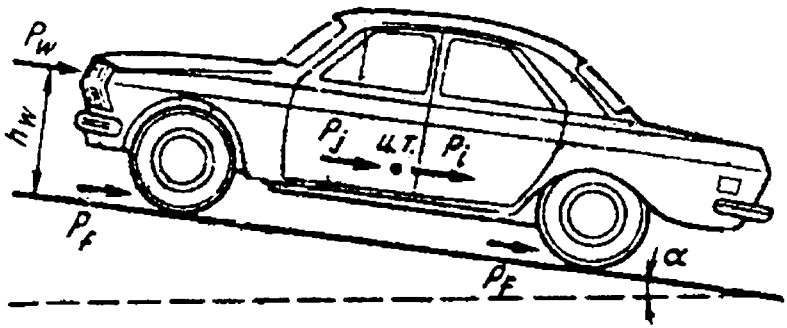
Замонавий автомобил йўлларининг барча элементлари автомобилларнинг ҳисобланган тезлик билан хавфсиз ҳаракатланишини таъминлаши зарур. Йўлдаги ҳаракат интенсивлиги қанча юқори бўлса, автомобилларнинг ўзаро ҳалақитлари шунча кўп бўлади ва уларнинг ҳаракат тезликлари камаяди. Шунинг учун трассанинг алоҳида элементларига қўйиладиган талабларни йўлда якка автомобилнинг ҳаракатланиш шартидан келиб чиқиб белгиланади.

Ҳаракатланаётган автомобил йўлда мураккаб тизимда силжийди: тўғри чизиқли йўлда илгариланма ҳаракат килади, думалоқланишлар бўйлаб ҳаракатланганда вертикал ўқ атрофида айланади, ғилдираклар қопламадаги нотекисликлар устидан ўтганида бўйлама ва кўндаланг йўналишларда тебранади ва хоказо. Бу хусусиятларнинг ҳаммасини ҳозирча йўлларни лойиҳалашда тўлиқ ҳисобга олиб бўлмайди. Шунинг учун йўл элементларига планда ва профилда қўйиладиган талабларни асослашда автомобил текис, қаттиқ сиртда тебранмасдан ҳаракатланади деб фараз қилинади.

Автомобилнинг йўлда ҳаракатланишининг ҳақиқий тартиби учта омил билан белгиланади: автомобилнинг фойдаланиш хоссалари, мақбул тезликда юриш имкониятини таъминловчи йўл шароитлари ва йўл шароитларидан келиб чиқиб, ўзларига қулай тезликни танлашда ҳайдовчиларнинг индивидуал хусусиятлари. Бунда, одатда, автомобилнинг конструкцияси йўл қўядиган динамик имкониятлардан тўлиқ фойдаланилмайди.

Двигателнинг автомобил етакчи ғилдиракларида ҳосил қиладиган тортиш кучи ҳаракатланишга қаршилик қилувчи кучларни енгишга сарфланади.

Кўтарилишда тезланиш билан ҳаракатланаётган автомобилга умумий ҳолда қуйидаги қаршилик кучлари таъсир қилади (3.1- расм): ғилдиракнинг ғилдирашига қаршилик (ғилдираб ишқаланиш) кучи P_f, кўтарилишдаги ҳаракатга қаршилик кучи P_i, ҳавонинг қаршилиги P_w, ҳаракатланиш тезлиги ўзгарганда ҳосил бўладиган автомобилнинг



3.1-расм. Автомобил ҳаракатига таъсир этадиган қаршилик кучлари.

ўзининг ва механизмлари айланувчи массаларининг инерция кучлари P_j. Ғилдирашга қаршилик кучлари ва ҳавонинг қаршилиги ҳаракатланаётган автомобилга доим таъсир этади. Кўтарилишдаги ҳаракатга қаршилик ва инерция кучлари йўлнинг бўйлама профили ва автомобилнинг ҳаракатланиш режимига қараб ё мутлақо бўлмаслиги ёки ҳатто манфий ишорага эга бўлиб, ҳаракатга ёрдам бериши мумкин (тоғ этагига тушишда ёки тормозлашда).

Ғилдирашга қаршилик шиналар ва йўлнинг деформацияланишига энергия сарфлаш туфайли юзага келади. Текис цемент-бетон ва асфальт-бетон копламаларда ғилдирашга қаршиликни белгиловчи асосий омил шиналарнинг сиқилишидир. Унча текис бўлмаган қопламаларда (чақиқ тошли, шағалли, тош ётқизилган йўлларда) бунга ғилдиракларнинг қопламадаги нотекисликлар устидан юриб ўтиши қўшилади. Юмшоқ сиртли тупроқ йўлларда қаршилик ғилдиракларнинг изи ҳосил бўлаётганда шиналар ва тупроқнинг деформацияланишига сарфланган кучлар туфайли ҳосил бўлади.

Қаттиқ қопламали йўлларда ҳаракатланишда ғилдирашга қаршилик йўлга тушадиган босимга тўғри мутаносиб бўлади:

$$P_f = \sum G_i f_i , \qquad (3.1)$$

бу ерда G_i - алохида ғилдираклардан йўлга тушадиган юклама, Н; f_i - ғилдирашга қаршилик коэффициенти.

Деформацияланадиган грунтли сиртларда ғилдирак изини ҳосил қилиб ҳаракатланишда ғилдирашга қаршилик коэффициенти билан ғилдиракка тушадиган юклама ўртасида анча мураккаб боғланиш бор:

$$P_f = \xi G_i \sqrt{H / D}\,, \qquad (3.2)$$

бу ерда ξ - тупроқнинг ҳолатига қараб 0,75 дан I га ўзгарувчи коэффициент; H - ғилдирак ўтганидан кейин ҳосил бўлган изининг чуқурлиги; D - ғилдиракнинг диаметри.

Одатда ғилдирашга қаршилик коэффициентини автомобилнинг умумий оғирлигига келтирилади, яъни қуйидагича бўлади деб фараз қилинади:

$$f_{yp} = \sum P_f / G_{авт}\,, \qquad (3.3)$$

бу ерда $\sum P_f$ - автомобилдаги ҳамма ғилдиракларнинг ғилдирашга умумий қаршилиги; $G_{авт}$ - автомобилнинг оғирлиги.

Ғилдирашга қаршилик қопламанинг текислигига, тезликка ва шиналарнинг эластиклигига боғлиқ. Бироқ 50 км/соат дан паст тезликда ҳаракатланишда ғилдирашга қаршилик шунчалик секин ортадики, бунда ғилдирашга қаршилик коэффициентини амалда ўзгармас ва қуйидаги қийматларга эга, деб хисоблаш мумкин:

Қоплама	f нинг қиймати
Цемент-бетон ва асфальт-бетон	0,01-0,02
Органик боғловчи моддалар билан ишлов берилган чақиқ тошдан ёки шағалдан тайёрланган текис сирт	0,02-0,025
Боғловчи моддалар билан ишлов берилмаган чақиқ тошдан ёки шағалдан тайёрланган унча катта бўлмаган ўйилган жойлари бор	0,03-0,04
Тош ётқизилган йўл	0,04-0,05
Текис, қуруқ ва шиббаланган тупроқ йўл	0,03-0,06
Ҳайдалган ер, ўта нам ботқоқли грунт, сочилувчан қум	0,05-0,30 ва ундан ортиқ

Ҳисобланган тезликларга яқин тезликларда текис, қаттиқ сиртли йўлларда тезлик ϑ (60< ϑ <150 км/соат) бўлганда ғилдирашга қаршилик коэффициентини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$f_\vartheta = f_o(1 + 4.5 \cdot 10^{-5} \vartheta^2) \qquad (3.4)$$

бу ерда f_0 - 60 км/соат гача бўлган тезликда ғилдирашга қаршилик коэффициенти.

Автомобил ҳаракатига ҳавонинг аэродинамик қаршилигини қуйидагилар ҳосил қилади: рўпара қаршилик, бунга ҳаракатланаётган автомобилнинг олдидаги ва орқасидаги ҳаво босимларининг фарқи сабаб бўлади; ҳавонинг автомобил ён сиртига ишқаланиши ва

автомобилнинг чиқиб турадиган қисмлари- қаноти, ойналари, номер белгилари ва бошқалар ҳосил қиладиган қаршилик; автомобил орқасида, ғилдираклар яқинида ва кузов остида ҳаво оқимларининг уюрмаланишига сарфланадиган қувват; радиатор ва капот ости бўшлиғидан ўтадиган ҳавонинг қаршилиги.

Ҳаво бир текис ювиб ўтмаганлиги ва уюрмаланиши натижасида ҳаракатланаётган автомобил сиртида ҳаво босими бир текис бўлмайди. Босим кўтарилган ва сийракланган зоналари мавжуд бўлади (3.2 - расм).

Автомобилнинг ҳаракатига ҳавонинг жами қаршилиги (Н) аэродинамика формуласи билан ифодаланади:

$$P_{\omega} = \frac{c\,\rho\omega\,\vartheta^2}{3{,}6^2} = \frac{c\,\rho\omega\,\vartheta^2}{13} \qquad (3.5)$$

бу ерда с - муҳитнинг қаршилик коэффициенти (ҳавода ҳаракатланаётган жисмнинг шаклига, шунингдек жисм сиртининг силлиқлигига боғлиқ бўлган ўлчовсиз катталик); ρ - ҳавонинг зичлиги, у денгиз сатҳида 0,125 Н $с^2/м^4$ га тенг; ω - автомобилнинг унинг ҳаракат йўналишига тик текисликка проекциясининг юзи, (рўпара юзи, $м^2$); ϑ - автомобилнинг ҳавога нисбатан ҳаракатланиш тезлиги, км/соат; йўлакай шамолда $\vartheta=\vartheta_{авт} - \vartheta_x$; қарши шамолда $\vartheta=\vartheta_{авт}+\vartheta_x$.

3.1 - жадвал

Автомобил	K_x,Н·$с^2/м^4$	ω, $м^2$
Юк автомобили	0,6-0,7	3-7
Вагон типидаги кузовли автобус	0,25-0,50	4,5-7,0
Енгил автомобил	0,15-0,30	1,4-2,6
Суйри спорт, пойга автомобили	0,10-0,15	1,0-1,5

Автомобилни тортишга ҳисоблашда с·ρ кўпайтма тажриба йўли билан топиладиган ҳавонинг қаршилик коэффициенти K_x билан алмаштирилади (3.1 жадвал).

Рўпара проекциянинг юзи тақрибий формулалар билан ҳисобланади:

замонавий енгил автомобиллар учун ω=0,8ВН; автобуслар ва фургон кузовли юк автомобиллари учун ω= 0,9 ВН (бу ерда В, Н - автомобилларнинг габарит эни ва баландлиги).

Одатда тортишга ҳисоблаш тинч шамолсиз об-ҳавода ҳаракатланишга тадбиқан бажарилади ва бунда ҳавонинг қаршилик кучи автомобилнинг оғирлик марказига қўйилган, деб қабул қилинади.

Ҳаракат тезлиги ортганида ҳавонинг қаршилиги кескин ортади. Шунинг учун автомобилларни лойиҳалашда ҳаво қаршилигига камроқ учрайдиган шакл ҳисобига ҳаво қаршилигини камайтиришга катта эътибор берилади.

i - нишабли тепаликка кўтарилишдаги ҳаракатга қаршилик автомобилнинг нишабли йўлдан баландликка кўтарилишига қўшимча энергия сарфланиши натижасида ҳосил бўлади. Автомобилнинг йўлнинг узунлиги L ва баландлиги H бўлган кўтарилиш участкасида силжиши учун оғирлик кучи F =GH ни енгишга иш сарфланади. Йўлнинг қия участкасининг хақиқий узунлиги билан унинг горизонтал проекцияси орасидаги фарқни (автомобил йўлларида йўл қўйиладиган бўйлама қияликлар учун унча аҳамиятли эмас) ҳисобга олмасдан кўтарилишдаги ҳаракатга қаршиликни йўл бирлиги учун қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$P_j = F / L = GH / L = G \cdot i \qquad (3.6.)$$

Шундай қилиб, кўтарилишдаги ҳаракатга қаршилик коэффициенти, P_j нинг автомобил оғирлигига нисбатидан иборат бўлиб, бўйлама қияликнинг ўнли касрларда ифодаланган қийматига тенг.

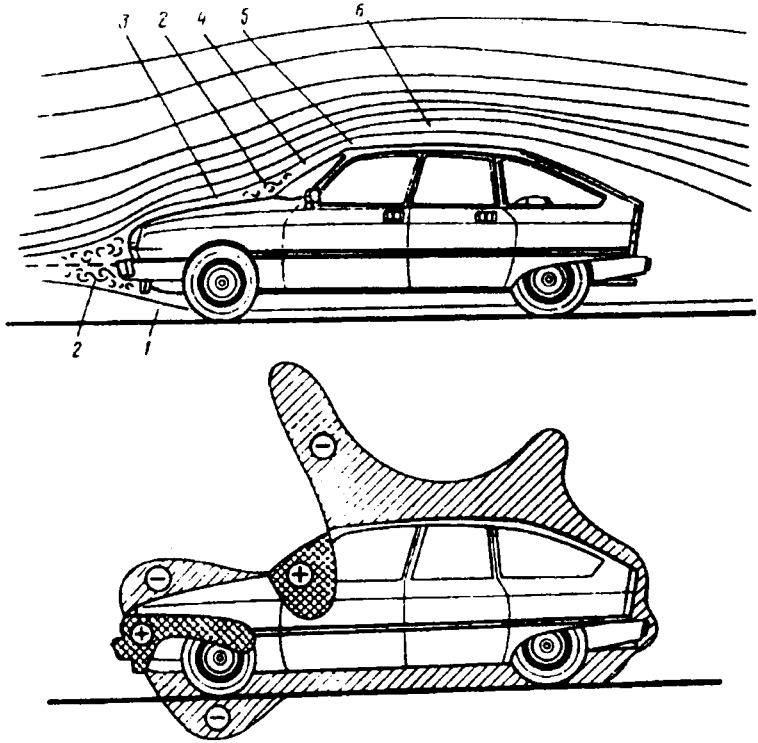
Автомобилнинг тезлиги ўзгарганда ҳосил бўладиган инерция кучларининг қаршилиги илгариланма ҳаракат инерция кучлари билан автомобил айланувчи қисмларининг инерция моментларининг йиғиндисидан ташкил топади. Автомобилнинг массаси m=G/g ва тезлиги ϑ (м/с) бўлганида илгариланма харакатнинг инерция кучи:

$$P_i = m\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{G}{g}\frac{d\vartheta}{dt} = G \cdot j, \qquad (3.7.)$$

бу ерда dϑ/dt - автомобилнинг тезланиши; $j = \frac{1}{g}\frac{d\vartheta}{dt}$ -нисбий тезланиш.

Ҳаракат тезлиги ўзгарганида ҳосил бўладиган илгарилама ҳаракат инерцияси билан бир қаторда автомобил айланувчи қисмлари (ғилдираклар, маховиклар, трансмиссия механизмлари) нинг инерцияси ҳам вужудга келади. Уни ҳисобга олиш учун илгариланма ҳаракат инерциясига одатда айланувчи массаларни ҳисобга олувчи тузатма коэффициент киритилади. Бу коэффициент автомобилнинг илгариланма ҳаракат қилувчи айланувчи қисмларини шиғовлаш учун зарур бўлган тўлиқ кучнинг фақат илгариланма ҳаракатланувчи массаларни шиғовлаш учун зарур бўлган кучга нисбатидан иборат:

$$\delta_{айл} = \frac{P_{i_{доим}} + P_{f_{айл}}}{P_{f_{доим}}} \qquad (3.8)$$



3.2-расм. Ҳаво босимининг автомобилда тақсимланиши:
а- ҳавонинг харакатланаётган автомобил атрофидан ўтиши манзараси;
б – вертикал симметрия текислиги бўйича босимнинг тақсимланиш эпюраси; 1 - ҳавонинг пастки оқими; 2 - ортиқча босимли қисм; 3 - ҳаво оқимларининг узилиш қисми; 4 - ҳаво оқимларининг ёпишиши; 5 - тезлик катта бўлганда сийракланиш қисми; 6 - ҳавонинг юқориги оқими («+» ишораси билан босимнинг ортган қисми «-» ишораси билан сийракланиш қисми белгиланган).

Шунинг учун автомобилнинг инерция кучи қуйидагича ифодаланади:

$$P_f = \delta_{айл} G_f \qquad (3.9)$$

Узатмалар қутисининг узатиш сони қанча катта бўлса, $\delta_{айл}$ коэффициентнинг қиймати шунча катта бўлади. Тўғри узатма учун бу коэффициент 1,03-1,07 атрофида бўлади, бошқа узатмаларда қўйидаги боғлиқлик бўйича ортади:

$$\delta_{айл} = 1{,}04 + n \cdot i_к^2,$$

бу ерда n - енгил автомобиллар учун 0,03-0,05 ва юк автомобиллари учун 0,05-0,07 га тенг бўлган коэффициент; $i_к$ - узатмалар қутисининг узатиш сони.

3.2. АВТОМОБИЛНИНГ ДИНАМИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Автомобилнинг двигатели ҳосил қиладиган механик энергия унинг трансмиссияси орқали етакчи ғилдиракларга берилади. Ғилдиракнинг айлантирувчи моменти $М_{айл}$ жуфт кучлар пайдо қилади. Улардан бири шинанинг йўл қопламасига уринган жойида қуйилган айлана куч $Р_к$ қопламага таъсир этиб, унинг юқориги қатламини ҳаракатга қарама-қарши томонга силжитишга интилади, иккинчи куч - тортиш кучи $Р_р$ - етакчи кўприк ва рессоралар орқали автомобил рамасига узатилиб, автомобилни ҳаракатга келтиради.

Тортиш кучи

$$P_p = M_{айл} / r_к,$$

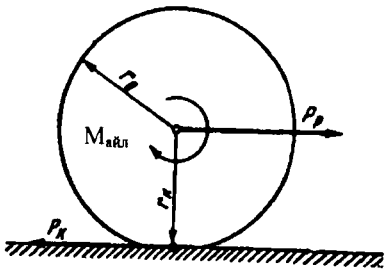
бу ерда $r_к = \lambda r_o$ - шинанинг қопламага уриниш жойида шинанинг сиқилиши ҳисобга олинган ҳолдаги ғилдиракларнинг ғилдираш радиуси (3.3-расм).

Шинанинг деформацияланиш коэффициенти λ юк автомобилларида ишлатиладиган юқори босимли пневматик шиналар учун қаттиқ сиртда 0,945-0,950 ни, паст босимли шиналар учун 0,930-0,935 ни ташкил этади.

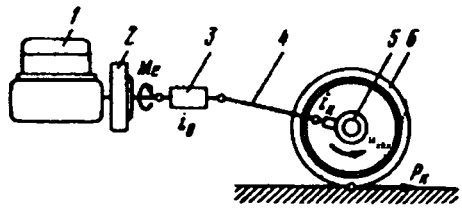
Етакчи ғилдираклардаги айлантирувчи момент $М_{айл}$ (Н·м) двигател моменти $М_е$ ни трансмиссиянинг узатиш сонига ва механикавий фойдали иш коэффициентига кўпайтириб топилиши мумкин (3.4.- расм):

$$M_{айл} = М_е \; i_к \; i_о \; \eta, \qquad (3.10)$$

бу ерда $i_к$ - узатмалар қутисининг узатиш сони; $i_о$ - бош узатманинг узатиш сони; η - автомобил трансмиссияси механикавий фойдали иш коэффициенти (ФИК), у двигателдан етакчи ғилдиракларга ҳаракат узатувчи барча механизмларнинг қаршилигини енгишга сарфланадиган энергияни ҳисобга олади. Трансмиссия ФИК нинг тахминий қийматлари икки ўқли юк автомобиллари ва автобуслар учун 0,9, уч ўқли юк автомобиллари учун 0,8, енгил автомобиллар учун 0,92 га тенг.



3.3-расм. Автомобил ғилдиракларидаги айлантирувчи момент $M_{айл}$,айлана куч $P_к$ ва тортиш кучи $P_р$



3.4-расм. Двигателнинг айлантирувчи моментини автомобилнинг ғилдиракларига узатиш схемаси:
1 - двигател; 2 - маховик ва илашиш муфтаси (илашма); 3 - узатмалар қутиси; 4 - карданли вал; 5 - бош узатма; 6 - шина.

Бундан тортиш кучи (Н)

$$P_p = \frac{M_e i_k i_o}{r_к} \eta \qquad (3.11)$$

Двигател ҳосил қиладиган айлантирувчи момент унинг қуввати $N_e(B_m)$ ва тирсакли валнинг айланишлар частотаси n_e (айл/мин) билан қуйидагича боғланган: $M_e=N_e/n_e$. Шунинг учун (3.11) ифодани қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$P_p = 716.2 \frac{N_e i_k i_o}{n_e r_к} \eta \qquad (3.12)$$

Тирсакли валнинг ҳар қайси айланиш частотасига автомобил ҳаракатининг қатъий маълум тезлиги мос келади, тезлик м/с да ифодаланганда:

$$\vartheta = \frac{2 \pi r_к n_e}{60 i_k i_o} \quad , \qquad (3.13)$$

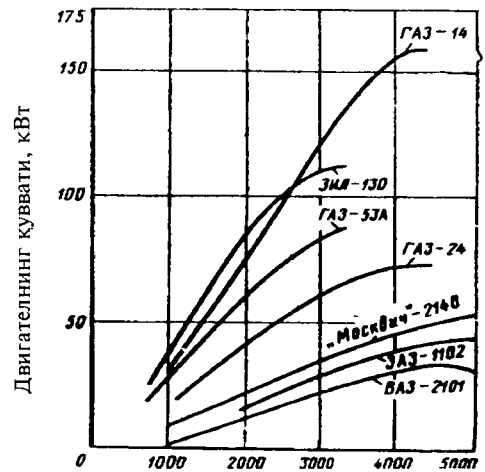
км/соат да ифодаланганда

$$\vartheta = 0.377 \frac{r_к n_o}{i_o i_k} \qquad (3.14)$$

Тирсакли вал ўзгармас тезликда айланганда тезликни пасайтирувчи узатмалардан фойдаланилса, автомобил тезлигининг тегишлича камайиши ҳисобига тортиш кучи ортади. Шунинг учун

автомобил яхши йўлда ҳаракатланиб, ғилдирашга қаршилик кам бўлганида тўғри узатмадан фойдаланилади (i_k=1). Тепаликка кўтарилишда ва ёмон йўлда ҳаракатланганда паст узатмаларга ўтилади.

Двигатель ҳосил қиладиган қувват N_e ва айлантирувчи момент M_e тирсакли валнинг айланиш частотасига боғлиқ. Бу боғликлик двигателнинг тажриба асосида тузилган ташқи тезлик характеристикаси билан тавсифланади (3.5-расм). Бу график одатда карбюраторли двигателларда карбюраторнинг тўсқичи (тўсма қопқоғи) ни тўлиқ очиб, дизелларда эса ёнилғи насосининг тўлиқ узатишида ёнилғини тўлиқ миқдорда бериб синаш йўли билан ҳосил қилинади. Шунинг учун ташқи тезлик характеристикасининг графиги тирсакли валнинг у ёки бу айланиш частотасида двигател ҳосил қила оладиган максимал қувватни баҳолашга имкон беради.



3.5 - расм. Баъзи автомобиллар двигателларининг ташқи тезлик характеристикалари.

Тўлиқмас юклама билан ишлашда двигателнинг қувватини баҳолаш учун дроссел тўсма қопқоғининг турли даражадаги очилишида ташқи тезлик характеристикаларининг бир қисми олинади.

Ташқи тезлик характеристикаларидан ва (3.11), (3.12) ифодалардан фойдаланиб, автомобилнинг турли тезликларида тортиш кучи P_pни ҳисоблаш мумкин, бунда автомобил ҳаракатланганида тортиш кучининг ҳаммаси ҳаракатланишга қаршиликни енгишга сарфланади деган шартдан келиб чиқилади. Ташқи ва ички кучларнинг тенглик шарти (автомобилнинг ҳаракат тенгламаси) қуйидагича ифодаланади:

$$P_p = P_f \pm P_i + P_w \pm P_j \quad , \qquad (3.15)$$

бу ерда P_f - ғилдирашга қаршилик; P_i - тепаликка кўтарилишдаги ҳаракатланишга қаршилик; P_ω - ҳавонинг ҳаракатланишга қаршилиги; P_j - инерция кучларининг қаршилиги.

Ташқи қаршиликларнинг нисбатига қараб, автомобил ўзгармас тезлик билан ҳаракатланади, тезлаштирилади ёки тормозланади. Ҳаракатланиш тезлигига боғлиқ бўлган ҳаво қаршилигини тенгламанинг ўнг томонига ўтқазиб ва 3.1. п да аниқланган қаршиликларнинг қийматларини қўйиб, қуйидагини ҳосил киламиз:

$$P_p - P_\omega = G_f \pm G_i \pm G_j \qquad (3.16)$$

Академик Е.А. Чудаков автомобилнинг тортиш ёки динамик сифатларини динамик фактор, яъни етакчи ғилдираклардаги тўлиқ тортиш кучи билан ҳаво қаршилиги ўртасидаги айирманинг автомобил оғирлигига нисбати билан тавсифлашни таклиф этди:

$$D = \frac{P_p - P_\omega}{G} = f \pm i \pm j \qquad (3.17)$$

Динамик фактор 9 тезлик билан харакатланаётган автомобилнинг оғирлик бирлигига тўғри келадиган тортиш кучининг заҳирасини тавсифлайди. Бу заҳира йўл қаршиликлари f ± i ни енгиб ўтишга ва автомобилнинг тезаланиши j га сарфланиши мумкин.

Тортиш кучи ҳам, ҳавонинг қаршилиги ҳам ҳаракат тезлигига боғлиқ. Шунинг учун динамик фактор (омил) тезлик ўзгарганда доимий бўлиб қолмайди. Автомобилга тўлиқ юклама берилгандаги динамик омилнинг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқлик графиги проф. Е.А. Чудаков томонидан динамик характеристика деб аталган (3.6.-расм). Бу боғлиқлик графигидан автомобил йўлларидаги тортиш кучини ҳисоблашда автомобил тортиш сифатининг асосий кўрсаткичи сифатида фойдаланилади.

Динамик характеристика графиклари одатда автомобилнинг тўлиқ юклама билан ҳаракатланган ҳоллари учун қурилади:

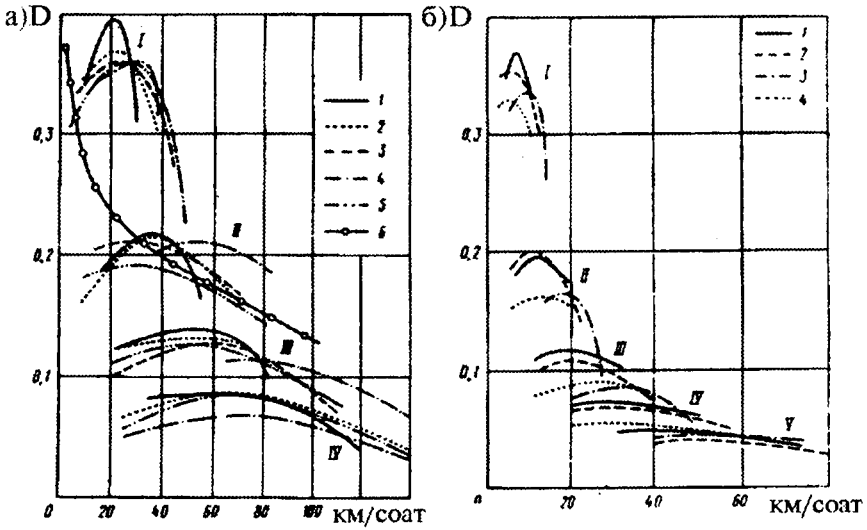
$$D_{тула} = \frac{P_p - P_\omega}{G_{тула}}$$

Автомобилнинг юкламаси ўзгарганда суратдаги ифода ўзгармайди, чунки у фақат ҳаракатланиш тезлигига боғлиқ. Шунинг учун тезлик ўзгармаганида қуйидаги муносабат сақланади:

$$D_{тула} \cdot G_{тула} = D_1 G_1 = P_p - P_\omega$$

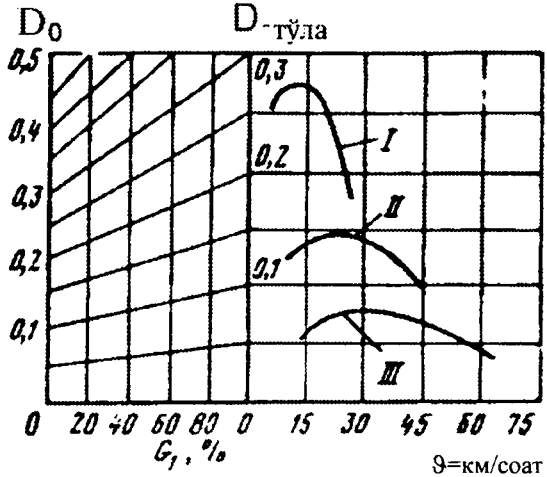
Бундан $D_1 = D_{тула} \frac{G_{тула}}{G_1}$, яъни автомобил тўлиқмас юклама билан ҳаракатланганда унинг динамик фактори (омили) автомобилга

тушадиган фойдали юклама ва ўз оғирлиги G_t йиғиндисига тескари мутаносиб бўлади.



3.6-расм. Автомобилларнинг динамик характеристикалари:
а - енгил автомобиллар: 1 - «Запорожец» ЗАЗ-968; 2 - «Жигули» ВАЗ-2103; 3 - «Волга» ГАЗ-24; 4 - «Чайка» ГАЗ-13; 5 - «Москвич-2140»; 6 - ЗИЛ-111; б - юк автомобиллари: 1 - КамАЗ-5320 ярим тиркама билан; 2 - ЗИЛ-130; 3 - ГАЗ-53А; 4 - ГАЗ-51А; I-V-узатмалар.

Ҳаракат тезликларини ҳисоблашда автомобилнинг юкланиш даражасини ҳисобга олиш зарурати туғилганида проф. Н.А. Яковлевнинг таклифига кўра динамик характеристикалар графигига қўшимча равишда ёрдамчи юкламалар номограммаси қурилади (3.7. - расм).



3.7 - расм. Динамик характеристикалар бўйича ҳисоблашда автомобилга тушадиган юкламани ҳисобга олиш учун қурилган қўшимча номограмма; I-III узатмалар.

3.3. Шиналарнинг йўл сирти билан илашиши

Автомобилнинг ғилдиракларидаги тортиш кучи двигателнинг қувватига боғлиқ бўлиб, ундан етакчи ғилдираклар билан йўл орасида етарлича илашиш мавжуд бўлганидагина тўлиқ фойдаланиш мумкин. Ғилдиракдаги энг катта тортиш кучи $P_г$ нинг йўл қопламасига тушган вертикал юклама $G_г$ га нисбати (бу нисбат ортиб кетганида етакчи ғилдиракнинг шатаксираши ёки сирпаниши бошланади) илашиш коэффициенти деб аталади ва φ ҳарфи билан белгиланади.

Ғилдиракка таъсир этадиган силжитувчи кучнинг йўналишига қараб, илашиш коэффициентининг икки тури бўлади:

бўйлама илашиш коэффициенти $\varphi_б$. Бу коэффициентнинг қиймати ғилдиракка ён кучлар таъсир этмагандаги ғилдираш ёки тормозланишда ҳаракатланаётган ғилдиракнинг шатаксираши ёки сирпана бошланишига тўғри келади. Ундан шошилинч тормозлашда автомобил босиб ўтадиган йўлни ҳисоблашда ва автомобилнинг жойидан қўзғалиш имкониятини баҳолашда фойдаланилади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, илашиш коэффициенти тормозланган ғилдиракнинг ғилдираш текислигига бурчак хосил қилиб ҳаракатланишида амалда ўзгармайди;

кўндаланг илашиш коэффициенти $\varphi_к$ - ёнлама куч таъсирида ғилдираётган етакчи ғилдирак ғилдираш текислигига нисбатан бурчак хосил қилиб силжигандаги (бунда ғилдирак айлана туриб, ён томонга

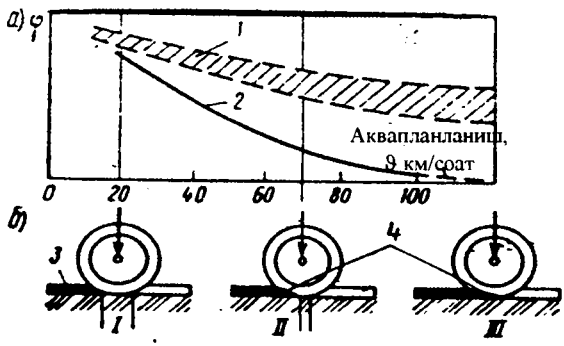
сирпанади) илашиш коэффициентининг кўндаланг ташкил этувчиси. $\varphi_к$ коэффициенти автомобилнинг кичик радиусли эгри жойдан ўтишидаги турғунлигини ифодалайди.

Кўп сонли тажрибаларнинг кўрсатишича, илашиш коэффициентларининг қийматларига йўл қопламасининг ҳолати қопламаларнинг турига нисбатан кўпроқ таъсир кўрсатади.

Ҳар қандай қопламаларда уларнинг устидаги қаттиқ минерал зарралар қопламани ғадир-будур қилади, уларнинг устидан ўтган ғилдирак протекторининг резинасига ботиб киради. Ғилдирак сирпанганида улар резинани эластик деформациялайди, резинанинг қаршилиги ғилдиракнинг қоплама сиртида силжишига қаршилик қилишининг асосий сабабчиси бўлади. Қопламанинг ейила бориши билан унинг ғадир-будурлиги камаяди, бинобарин, қопламанинг ғилдиракка илашуви ҳам камаяди.

Қопламанинг сиртидаги ғадир-будур чиқиқлар ўртасидаги ботиқликлар намланганида лой, чанг, шиналарнинг ёйилиш маҳсулотлари билан тўлади, бу эса чиқиқларнинг резинага ботиб киришини камайтиради. Нам пардаси шина билан қопламанинг уриниш қисмини намлаб, резина билан қопламани ажратиб турувчи мой ролини ўйнайди. Буларнинг ҳаммаси илашиш коэффициентини камайтиради. Катта тезликдаги ҳаракатда шина тўлиқ деформацияланиб улгирмайди, чунки қоплама билан уриниш давомийлиги бунинг учун етарли бўлмайди, бинобарин, қопламанинг нотекисликлари шинага унчалик ботиб кирмайди. Тезлик ортиши билан илашиш коэффициенти камаяди. Илашиш коэффициенти тезлик ошиши билан қуруқ қопламаларда нам жойлардагига қараганда унчалик ортиқ камаймайди.

Протектор элементлари жуда ёйилиб кетганида ёки баландлиги камайиб, бўлиниб кетганида ҳўл қопламада аквапланланиш ҳодисаси юз бериши мумкин. Бундай ҳодиса шина билан қоплама ўртасида уриниш зонасининг бошланишида четга сиқиб чиқаришга улгирмаган сув тўпланганда содир бўлади. Шина остида сув понаси ҳосил бўлиб, у ғилдиракнинг қопламага босимини камайтирадиган гидродинамик кўтариш кучини ҳосил қилади (3.8 - расм). Қопламадаги сув катламининг қалинлиги бир неча миллиметр бўлганида 80-100 км/соат га яқин тезликларда олдинги ғилдирак билан қопламанинг ўзаро уриниши йўқолиб, автомобил бошқарилмайдиган бўлиб қолади.



3.8-расм. Ғилдиракларнинг акваплланиши схемаси:
а - шинанинг илашиш коэффициентининг нам қопламага боғлиқлиги;
б - тезлик ошганида шинанинг нам қоплама билан уриниш зонасининг камайиш схемаси;
1 - янги протекторли шина; 2 - ейилган шина; 3 - сув пардаси > 1 мм; 4 - шина тагида ҳосил бўладиган сув пона; I - ғилдиракнинг қоплама билан тўлиқ уриниши зонаси; II - камайган уриниш зонаси; III - уриниш зонаси йўқ, акваплланиш юзага келган.

Силлиқ нам цемент-бетон қопламаларда кам ейилган протекторли тўла блокировкаланган (муҳосараланган) шиналарнинг бўйлама илашиш коэффициенти $\varphi_б$ ни тезликка ўртача ҳисобда қуйидагича боғлиқ деб ҳисоблаш мумкин:

Тезлик, км/соат	30	40	60	80	100	120	150	175
Илашиш коэффициенти	0,50	0,45	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24

Бўйлама илашиш коэффициентлари 60 км/соат тезликда қопламанинг ҳолатига қараб қуйидаги қийматларга эга бўлади:

Қоплама	$\varphi_б$ нинг қиймати
Қуруқ, ғадир-будур	0,7 ва ундан ортиқ
Қуруқ, силлиқ	0,6
Нам	0,5
Ҳўл	0,4-0,3
Лойли	0,2-0,3
Музлаган	0,1-0,05

Пневматик шиналарнинг йўл сирти билан илашиш шароити об-ҳаво шароитларига боғлиқ. Илашиш коэффициентларининг қийматлари йил давомида кенг чегараларда ўзгариб туради, ёзда ортади ва қишки тойғоқ шароитларда анча камайиб кетади, бу даврда йўлнинг илашишини ошириш учун йўлларга тойғоқликка қарши материаллар (музни эритадиган гидроскопик туз, қум, шлак ва бошқалар) сепилади ёки баъзан автомобил шиналарига тирноқли шиналар кийдирилади. Трассанинг геометрик элементларини

асослашда қуруқ тоза қопламада ва 60 км/соат тезликда ҳаракатланганда $\varphi_б = 0{,}6$ қабул қилинади.

Йўлнинг турли қисмларида ётқизиладиган қопламалар намланган ҳолатида, айнан бир хил тезликда, 3.2 - жадвалда келтирилган талабларни қондириши керак. Об-хаво шароитлари ёмонлашган даврда қопламанинг сирпанчиқ сиртида фақат илашиш коэффициентининг ҳақиқий қийматларига мос келадиган паст тезликларда хавфсиз ҳаракатланиш мумкин.

Етакчи ғилдиракларнинг йўл сирти билан илашиш шарти автомобилнинг динамик имкониятларига таъсир қилади. Илашиш коэффициентлари кичик бўлганда двигател қуввати таъминлайдиган катта тортиш кучларидан ғилдирак билан қоплама ўртасидаги илашиш етарли бўлмаганлиги туфайли фойдаланиб бўлмайди. Шунинг учун автомобилнинг тортишини ҳисоблашларда двигателнинг қуввати бўйича динамик характеристикалар билан бир қаторда, илашиш шарти бўйича динамик характеристикалардан ҳам фойдаланилади. Бундай динамик характеристика тортиш баланси тенгламасидан олинади. Бунинг учун (3.15) тенгламада двигател қуввати бўйича тортиш кучи $P_р$ ни энг катта тортиш кучи шинанинг қоплама билан илашиш шартига кўра ҳосил бўладиган энг катта қиймати $P_р = G\,\varphi_б$ билан алмаштирилади:

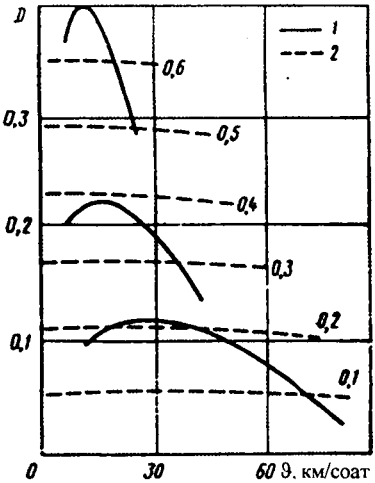
$$G'\varphi_\delta = G_f \pm G_i \pm G_j + K_x\omega\frac{\vartheta^2}{13}, \qquad (3.18)$$

бу ерда G - етакчи ғилдираклардан йўлга тушадиган юк; $K_Х$ - ҳавонинг қаршилик кучи; ϑ - автомобилнинг ҳаракат тезлиги, км/соат.

Ҳаво қаршилигини енгишдан ортган ортиқча илашиш кучини автомобилнинг оғирлигига бўлсак, илашиш бўйича динамик характерисика ифодасини ҳосил қиламиз:

$$D_{ил} = f \pm i \pm j = \frac{G'\varphi_\delta - K_X\omega\frac{\vartheta^2}{13}}{G} \qquad (3.19)$$

Илашиш шартлари бўйича динамик характеристика графиклари қурилган мисол 3.9. - расмда берилган. Бундай график илашиш коэффициенти φ_δ нинг қатор қийматлари учун қурилади. Бу графикни тортиш кучи бўйича қурилган динамик характеристикалар графиги билан бирлаштириб, тортиш кучидан тўлиқ фойдаланишни таъминлайдиган қисмни (зона) аниқлаш мумкин (3.4. - п. га қаранг).

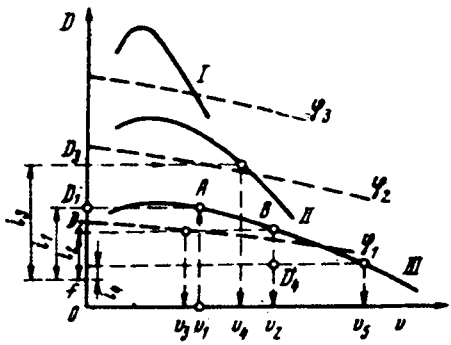


3.9 - расм. Автомобилнинг динамик характеристикалари:
1 - тортиш бўйича; 2 - илашиш бўйича (пунктир эгри чизиқлардаги рақамлар - илашиш коэффициентлари).

3.2-жадвал

Ҳаракатланиш шароитлари	Йўл участкаларининг тавсифи	Илашиш коэффициенти φ_{δ}, камида
1	2	3
Енгил	Тўғри участкалар, радиуси 1000 м дан катта радиусли эгриликлар, 30% дан ортиқ бўлмаган бўйлама қияликлар, йўл четлари мустаҳкамланган, бир сатҳда кесишишлар йўқ, ҳаракатланиш интенсивлиги кам	0,45
Қийинлашган	Планда 250-1000 м радиусли эгриликлари бор участкалар, бўйлама қиялиги 30 дан 60% гача. Ҳаракат ўртача интенсивликдаги йўллар.	0,50-0,45
Хавфли	Етарлича кўриниш масофаси бўлмаган, қиялиги эса ҳисобийдан катта бир сатҳда кесишган ва туташган жойлар. Ҳаракат интенсивлиги юқори бўлган йўллар	0,60

Динамик характеристикалар графиги автомобилнинг йўлларда ҳаракатланиш шароитларини тадқиқ этиш бўйича бир қанча масалаларни ечиш имкониятини беради (3.10 - расм).



3.10 - расм. Автомобилнинг тортиш кучини ҳисоблашда фойдаланиладиган динамик характеристикалар графиги.

1.Ҳаракатнинг у ёки бу ўзгармас тезлигида (текис-тенг ҳаракатда) босиб ўтиладиган энг катта қияликни аниқлаш.

Бу масалани ечиш учун динамик характеристикалар графигида берилган ҳаракат тезлиги ϑ_1 га мос келадиган абсциссадан динамик характеристиканинг эгри чизиғи билан кесишгунга қадар перпендикуляр чиқарилади. Бу нуқтанинг ординатаси А динамик омилнинг қиймати D_1 ни беради, у $i_1 + f + j$ йиғиндига тенг. Харакат ўзгармас тезликда содир бўлаяпти деб ҳисобланганлиги учун $j=0$, бинобарин, $i_1 = D_1 - f$.

2.Илашиш коэффициенти φ_1 бўлганида автомобил берилган қиялик i_2 ни босиб ўтиши мумкин бўлган ўзгармас тезликни аниқлаш.

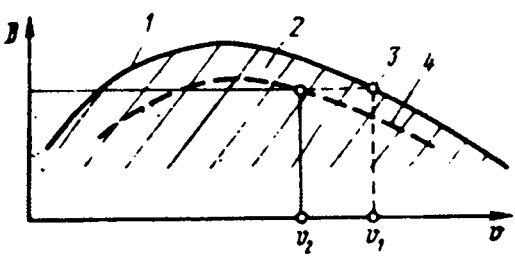
Бу шартни бажариш учун зарур бўлган динамик фактор (омил) $D_2 = f + i_2$. Бу қийматни ординаталар ўқига олиб қўйиб ва В нуқтанинг мос абсциссасини динамик характеристикалар эгри чизиғида топиб, тортиш кучи бўйича ҳаракат тезлиги ϑ_2 аниқланади.

Баён этилган усул етакчи ғилдираклардаги тортиш кучининг қийматларига асосланганлигидан олинган натижани шиналар билан қопламанинг илашиши етарли эканлигига текшириш зарур. Графикдаги нуқта В бўйлама илашиш коэффициенти φ_1 да илашиш

шарти бўйича динамик характеристиканинг эгри чизиғидан юқорида жойлашган. Шунинг учун ϑ_2 тезликда ҳосил бўладиган тортиш кучи шатаксирашни юзага келтириш мумкин ва энг катта эхтимолий ҳаракат тезлиги ϑ_3 илашиш шартларидан келиб чиқиб аниқланади.

Йўлнинг катта i_3 қияликдаги участкасида фақат II узатмада ϑ_4 тезлик билан ҳаракатланиш мумкин бўлади, бунда илашиш коэффициенти φ_2 дан катта бўлиши шарт.

Кўриб ўтилган ҳолларда автомобилнинг ҳаракати дроссел тўсқичи тўла очилганда содир бўлади, деб фараз қилинди, яъни илашиш коэффициенти етарлича бўлганида автомобил ҳосил қилиши мумкин бўлган тортиш кучидан тўлиқ фойдаланилади. Бўйлама қияликлари i_4 кичик бўлган участкаларда тезлик ҳаддан ташқари катта ва ҳаракатланиш хавфли бўлган бўларди. Амалда хайдовчилар сафар мақсадлари, берилган ҳаракат графиги, тезликларнинг чекланганлиги ёки уларнинг йўл шароитини идроқ қилиш хусусиятларига боғлиқ ҳолда автомобилларнинг динамик имкониятларидан тўлиқ фойдаланмайдилар. Улар дроссел тўсқичининг очилиш даражасини ўзгартириб, динамик характеристикаларнинг энг катта ва энг кичик қийматларидаги эгри чизиқлар билан чекланган зонада жойлашган динамик факторнинг оралиқ қийматларидан фойдаланишади (3.11 - расм).



3.11-расм. Хайдовчининг динамик омилдан фойдаланиши:
1 - дроссел тўсқичи тўлиқ очилганидаги динамик характеристика эгри чизиғи; 2 - дроссел тўсқичи чала очилганида динамик омилдан амалий фойдаланиш қисми; 3 - дроссел тўсқичи тўлиқ очилганида мумкин бўлган энг катта тезлик ϑ_1 да ҳаракатланганда динамик омилнинг фойдаланиладиган қиймати; 4 - ϑ_2 тезлик билан ҳаракатланганда фойдаланиладиган хусусий динамик характеристика.

Кўрилаётган мисолда (3.10 - расмга қаранг) i_4 қияликли участкада автомобилнинг тезлиги катта i_2 қияликли участкадагидек қолиши учун динамик факторнинг D_4 қиймати етарлидир. Автомобилнинг кўтарилишларда ҳаракатланиш режимини кузатишлар шуни кўрсатдики, ҳайдовчиларнинг кўпчилиги қияликнинг катта

кичиклигига қараб дроссел тўсқичининг қуйидаги очилиш даражасидан фойдаланадилар:

Қиялик %	0-20	20-40	40-70	70
Дроссел тўсқичининг очилиш даражаси, %	40	50-60	60-85	100
Юк автомобилларида фойдаланиладиган узатмалар	IV,V	IV,V	III,II	I

Бўйлама қияликли йўл участкаларида ҳаракатланиш тезликларини аниқ ҳисоблаш учун дроссел тўсқичининг турли даражада очилишига мос келувчи динамик характеристикалар графигидан фойдаланилади.

3.Шиғовланишда автомобил ҳосил қиладиган тезланишни аниқлаш. Ғилдирашга қаршилик коэффициенти f, қиялик i , бирор бошланғич тезлик ϑ бўлганида автомобил илгариланма ҳаракатининг тезланиши (м/с^2) қўйидагича бўлади:

$$j = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{g}{\delta_{айл}}\left[D_{\vartheta} - (f + i)\right], \qquad (3.20)$$

бу ерда ϑ - автомобилнинг тезлиги, м/с; $\delta_{айл}$ - автомобил айланувчи масалаларининг таъсир коэффициенти; D_{ϑ} - ϑ тезликда динамик факторнинг қиймати.

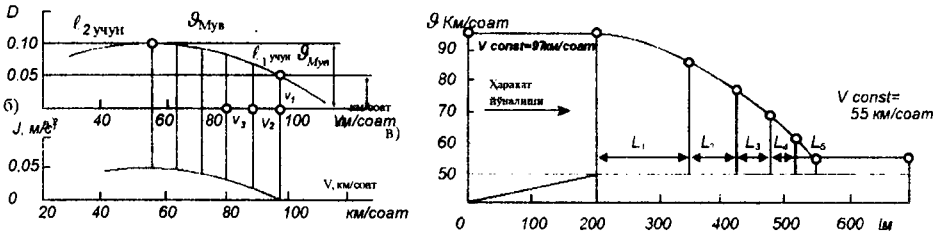
4.Йўлнинг бўйлама қиялиги ошган ёки камайганида автомобил тезлиги ϑ_{t1} дан янги қияликка мос келадиган ϑ_{t2} тезликкача ўзгарадиган йўл узунлигини аниқлаш.

Агар, масалан, автомобил бўйлама қиялиги i_2 катта бўлган участкадан ўтаётган бўлса,унинг қўшимча кўтарилишни босиб ўтишга сарфланадиган жонли кучи $\frac{\delta_{айл} m\left(\vartheta_1^2 - \vartheta_{t2}^2\right)}{2}$ нинг ортиқчалигидан ҳаракат тезлиги аста-секин ўзгаради. Бунда манфий тезланиш секинлашишда аста-секин камаяди. Манфий тезланиш нолгача камайганида кейинги ҳаракат ўзгармас тезликда бўлади. Мувозанатли ҳаракат қарор топадиган участканинг узунлигини, тақририй усулда тезлик кичик оралиқларда ўзгарганда тезланишни ўзгармас деб ҳисоблаб аниқлаш мумкин. Аввал динамик характеристикалар графигига (3.12 - расм, а) асосланиб, тезланишларнинг ёрдамчи эгри чизиғи курилади, бунда ϑ_{t2} учун динамик фактор қийматларидан йўл қаршиликларининг қиймати $f+i_1$ айириб ташланади (3.12 - расм, б)

Агар ϑ_1 ва ϑ_2 (км/соат) тезликларнинг тор интервалида (оралиғида) тезланишларнинг ўртача қийматини j_1 билан белгиласак, у ҳолда мувозанатли секинланувчи ҳаракат қонунларига мувофиқ

тезликларнинг ўзгариши содир бўладиган масофа қуйидагига тенг бўлади:

$$L_1 = \frac{\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2}{254\delta_{айл} j_1} \qquad (3.21)$$



3.12 - расм. Мувозанат тезлик қарор топадиган йўлни график усулда аниқлаш:
а - динамик тавсифлар графиги; б - тезланишлар графиги; в - тезлик ўзгарадиган йўл узунлигини аниқлаш эгри чизиғини қуриш.

Тезликларнинг ўзгариши юз берадиган масофа ажратилган барча оралиқлар учун ҳисоблаб чиқилган L_1, L_2, ..., масофаларнинг йиғиндиси тарзида аниқланади (3.12 - расм, в).

Баъзан ϑ_1 тезлик билан кўтарилаётган автомобил тўпланган инерция ҳисобига йўлнинг текис ҳаракат шартлари бўйича топилган чегаравий қиялиги i дан катта i_{max} қияликка эга бўлган L узунликдаги қисқа бўлагини босиб ўта олишини аниқлаш зарур бўлиб қолади. Кўтарилиш охирида тезлик ϑ_2 дан кам бўлмаслиги керак. Бу масаланинг аниқроқ ечими ҳар бир конкрет автомобил учун (3.28) тенгламадан олиниши мумкин. Ҳаво қаршилигининг ўзгаришини ҳисобга олмайдиган (бу қаршилик ҳисобнинг ишончли бўлишига йўналтирилган) тақрибий ечим қуйидаги мулоҳазаларга асосланади.

Двигателнинг ўзгармас тортиш кучида участка бошланишида автомобилнинг жонли кучи $\frac{\delta_{айл} G}{254g}\vartheta_1^2$ га, участка охирида эса $\frac{\delta_{айл} G}{254g}\vartheta_2^2$ га тенг. Жонли кучдан йўқотиш кўтарилишдаги $(i_{max}-i)$ ҳаракатга қўшимча қаршиликни енгишга сарфланади. Бу иш L йўлда $LG(i_{max}-i)$ ни ташкил этади.

Бундан:

$$LG(i_{max} - i) = \frac{\delta_{айл} G}{254g}(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2),$$

Шундай қилиб, тўпланган инерция ҳисобига қиялиги чегаравий қийматдан катта бўлаган йўл қисмининг текис тезлик билан ўтиладиган узунлиги қуйидагича топилади:

$$L = \frac{\delta_{айл}\left(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2\right)}{254\left(i_{max} - i\right)}, \qquad (3.22)$$

бу ерда $\delta_{айл}$ - автомобил айланувчи қисмларининг таъсир коэффициенти; ϑ_1, ϑ_2 - автомобилнинг тезликлари, км/соат.

3.5. Автомобилнинг эгри чизиқли бўйлама профил бўйлаб ҳаракатланиш хусусиятлари

Замонавий автомобил йўлларида турлича бўйлама қияликларга эга бўлган участкалар катта радиусли вертикал эгрилар билан туташтирилади (5.2.-§ га қаранг). Жой рельефи паст-баланд бўлган шароитларда вертикал эгрилар узунлиги баъзан юқори тоифали йўллар умумий узунлигининг 50% идан ортиб кетади.

Автомобил эгри чизиқли бўйлама профил бўйлаб ҳаракатланганида босиб ўтиладиган бўйлама бурчак доим ўзгариб туради,шунга боғлиқ ҳолда автомобил тезлиги ҳам ўзгаради. Бу ҳол юқорида кўриб чиқилган «мувозанатли тезликлар» билан ҳаракатланиш формулаларидан келиб чиқадиган хулосаларни шартли қилади. Шунинг учун эгри чизиқли бўйлама профил бўлган ҳол учун автомобилнинг ҳаракат тенгламасида кўтарилишдаги ҳаракатга қаршилик ўзгарувчан этиб қабул қилиниши керак (3.13 - расм). Автомобилнинг эгри чизиқли профил бўйича ҳаракатланишининг ечими А.Е. Бельский ва К.А. Хавкин томонидан таклиф этилган. Автомобил йўлларидаги вертикал эгрилар одатда доирасимон эгри чизиқни ифодалайдиган квадратик параболалар бўйича бўлакларга бўлинади (5.2. -§ га қ.).

$$y = \pm\frac{1}{2R}x^2 \qquad (3.23)$$

Формуладаги «-» ишора қаварик эгриларга, «+» ишора ботиқ эгриларга таалуқлидир.

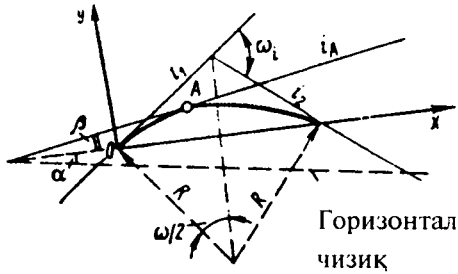
Агар координатлар бошини қаварик вертикал эгрининг бошланишида 0 нуқтада х ўқ вертикал эгрининг ватари билан устма-уст тушадиган қилиб жойлаштирсак, у ҳолда 3.13 - расмдаги вертикал эгрининг тенгламаси қўйидаги кўринишда бўлади:

$$y = \frac{\omega}{2}x - \frac{1}{2R}x^2$$

Эгридаги бирор А нуқтадаги қиялик

$$i_A = \alpha + \beta = \alpha + \frac{d[f(y)]}{dx} = \alpha + \frac{\omega}{2} - \frac{x}{R}, \qquad (3.24)$$

бу ерда α - вертикал эгрини тортиб турувчи ва координаталар ўқидан бири ҳисобланган ватарнинг горизонтга қиялик бўрчаги; $\beta = \frac{d[f(y)]}{dx}$ - вертикал эгрига уринманинг ўзгариб турадиган ватарга (х ўқига) нисбатан қиялик бурчаги. Бу бурчак эгри чизиқнинг узунлиги бўйича ўзгариб туради.



3.13 - расм. Автомобилнинг вертикал эгри чизиқлар бўйича ҳаракатланиш тенгламасини келтириб чиқаришга оид схема.

Горизонтал чизиқ

3.13 - расмга мувофиқ лойиҳа чизиғининг ташқи синиш бурчаги $\omega = i_1 + i_2$; ватарнинг горизонталга қиялик бурчаги

$$\alpha = i_1 - \frac{\omega}{2} = \frac{i_1 - i_2}{2}$$

α, β, ω бурчаклар радианларда ифодаланиши керак.

α нинг топилган қийматини (3.24) тенгламага қўйиб, А нуқтадаги қияликни топамиз.

$$i_A = i_1 - \frac{x}{R} \qquad (3.25)$$

Бу формулани келтириб чиқаришда автомобил йўлларида йўл қўйиладиган бўйлама қияликлар қиймати кичик бўлганлигидан ватар ва унинг горизонтал проекцияси бўйлаб айнан бир нуқта учун ўлчанадиган узунликлар ўртасидаги фарққа эътибор берилмади.

Динамик характеристика графикларидаги эгриларнинг максимум нуқтадан кейинга ўнг қисми қуйидаги тенглама билан ифодаланиши мумкин

$$D = \frac{\alpha - b\vartheta^2}{G}, \qquad (3.26)$$

бу ерда G - автомобилнинг оғирлиги, Н; ϑ - автомобилнинг тезлиги, м/с; a, b - турли узатмаларда ва дроссел тўсқичи турлича очилганда тортиш кучининг ҳаракат тезлигига боғлиқлигини ифодаловчи параметрлар.

a, b параметрлар динамик характеристика графикларидан танлаш йўли билан аниқланади. Уларни двигателнинг ташқи характеристикалари асосида ҳисоблаб ҳам топиш мумкин. Баъзи автомобилларнинг дроссел тўсқичлари тўлиқ очилганида ва тўлиқ юклама билан тўғри узатмада ҳаракатланиш ҳоллари учун a, b ва μ ларнинг қийматлари 3.3 - жадвалда келтирилган.

3.3-жадвал

Автомобил	a, Н	b, Н·с²/м²	μ,1/м
ЗИЛ-114	2290	1,94	$4,9\ 10^{-4}$
ГАЗ-24 "Волга"	2130	0,8	$4,1\ 10^{-4}$
ВАЗ - 2101	1330	0,45	$3,1\ 10^{-4}$
"Москвич - 412"	3120	1,9	$13,2\ 10^{-4}$
ЗИЛ 130	4370	4,5	$3,0\ 10^{-4}$
КамАЗ - 5320	4400	3,1	$4,0\ 10^{-4}$

Автомобил динамик факторининг асосий тенгламаси (3.17) га ўзгарувчан бўйлама қияликнинг қийматларини ва динамик характеристика тенгламасини қўйиб, қавариқ эгри чизиқли бўйлама профил бўйлаб ҳаракатланиш тезликлари аниқланган бошланғич дефференциал тенгламасини хосил қиламиз.

$$\frac{a-b\vartheta^2}{G}=f+i_1-\frac{1}{R}x-\frac{\delta_{айл}}{g}\frac{d\vartheta}{dt} \qquad (3.27)$$

$\frac{d\vartheta}{dt}=\vartheta\frac{d\vartheta}{dx}$ эканлигини, шунингдек, x=0 да тезлик ϑ_x олдинги участканинг охирида эришилган бошланғич тезлик ϑ_δ (м/с) га тенг деган бошланғич шартни ҳисобга олган ҳолда диференциал тенгламанинг ечими қуйидагича бўлади:

$$\vartheta_x=\sqrt{\left(\vartheta_\delta^2\pm k_1\right)e^{-2\mu x}\pm k_2 x\mp k_1} \qquad (3.28)$$

бу ерда $\mu=\frac{bg}{\delta_{айл}G}$ (3.3 - жадвалга қ.);

$$k_1=\frac{k_2}{\mu}\mp\frac{1}{b}\left[a-G\left(f\pm i_1\right)\right];$$

$$k_2=G/bR$$

e - натурал логарифм асоси; g - эркин тушиш тезланиши, м/с².

Қавариқ эгрилар учун (3.28) формулада юқориги ишораларни, ботиқ эгрилар учун пастки ишораларни қабул қилиш керак.

Бошланғич бўйлама қиялик і кўтарилишлар учун «+» ишора билан, тўшишлар учун «-» ишора билан қабул қилинади.

(3.26), (3.27) ва (3.28) ифодаларга автомобилнинг оғирлиги кирганлигидан (3.28) тенгламадан автопоездлар ва автомобилларнинг турли даражада юкланганлик ҳоллари учун уларнинг ҳаракатланиш тезликларини ҳисоблашда фойдаланиш мумкин.

(3.28) тенгламада йўлнинг қиялиги ўзгармас участкасида ($R=\infty$) ҳаракатланишга мос келувчи $\kappa_2=0$ қийматни қабул қилиб, ундан шиғовланишдан кейин тик кўтарилишларни босиб ўтишга оид масалаларни ечишда фойдаланиш мумкин. Бу тенгламанинг таркибий ечими 3.4 - § да берилган |(3.22) формулага қаранг.|. (3.28) тенглама бўйича ҳисоблашлар учун ЭҲМ да ҳисоблаш дастурлари ишлаб чиқилган ёрдамчи жадваллар хам бор.

3.6. Автомобилнинг тормозланиши

Автомобилни шошилинч тўхтатиш ёки тезлигини камайтириш учун тормозлаш қўлланилади. Тормозлаш жараёнида ҳайдовчи педални босиб, тормоз юритмаси ёрдамида колодкалар билан барабан орасида ишқаланиш кучини ҳосил қилади (3.14- расм). Замонавий автомобилларнинг тормозлари шина билан қоплама ўртасида ҳосил бўлиши мумкин бўлган илашишдан каттароқ куч ҳосил қилиши мумкин.

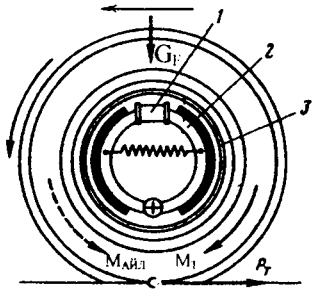
Нормал тормозланган ғилдираклар, чала муҳосаралангандек, қоплама устида бироз шатаксираб ғилдирайди. Тормозлашнинг бундай режими энг самаралисидир. Бироқ авария ҳолатларида ва шошилинч тормозлашда ҳайдовчи тормоз педалини босиш жадаллигини бошқара олмайди ва уни охиригича босади. Тормозлаш пасайтирилган илашиш коэффициентларида ўтади ва бу коэффициентлар тажриба йўли билан аниқланади. Жадал томозлашда ғилдиракларнинг муҳосараланиши содир бўлади, бунинг натижасида айланмай қўяди ва қоплама сиртида судралиб сирпанади. Шунда шинанинг қопламага уринган қисми қизиб, эрий бошлайди. Бунда илашиш камаяди ва шина кучли ейилади.

Қоплама сиртида тормозланиш участкаларида шиналарнинг қора излари қолади.

Илашиш узиб қўйилган холда, яъни автомобил ўз инерцияси таъсирида ҳаракатланганда тормозланган автомобилнинг секинлашиш жадаллигини тавсифлаш учун автомобилнинг ҳаракатланиш тенгламасидан қуйидаги қуринишда фойдаланиш мумкин:

$$\delta_{айл} Gj = P_т + P_\omega \pm P_i + P_f, \qquad (3.29)$$

бу ерда P_ω, P_i, P_f - ҳаракатга қаршилик кучлари; $P_т = \gamma_т G$ - тормозлаш кучи; G - автомоблнинг оғирлиги; $\gamma_т$ - тормозлаш кучи (тормозлаш жадаллиги) коэффициенти. Бу коэффициент барча тормозланувчи ғилдиракларда ҳосил бўладиган тормозлаш кучлари йиғиндисининг автомобил оғирлигига нисбатига тенг.



3.14-расм. Автомобил тормозларининг тузилиш схемаси:
1 - колодкаларни барабанга сиқувчи тормоз цилиндрлари; 2 - тормоз колодкаси;
3 – тормоз барабани; $M_{айл}$ - айлантирувчи мо-мент; $P_т$ - тормозлаш кучи; $M_т$ – тормозлаш моменти; $G_г$ - автомобилнинг ғилдиракка тушадиган оғирлиги.

$\gamma_т$ параметр автомобил тормоз системасининг конструктив хусусиятларига ва унинг ҳолатига, шунингдек, ҳайдовчининг тормозлаш жадаллигига боғлиқ; $\gamma_т$ нинг қийматига, шунингдек, йўлнинг қатнов қисмининг текислиги хам таъсир этади, чунки нотекис қопламада ҳаракатланганда автомобил тебранади, бунда айрим пайтларда рессоралар керилиб автомобилнинг йўлга босимини камайтиради. Ҳаракатга қаршиликлар қийматини (3.29) тенгламага қўйиб, тормозланишдаги манфий тезланишни ҳосил қиламиз, у автомобилнинг секинлашиш жадаллигини тавсифлайди:

$$\delta_{айл} \cdot j = \frac{P_\omega}{G} + \gamma_т \pm i + f \qquad (3.30)$$

Тормозлашда автомобилнинг ҳаракат тезлиги тез пасаяди, 30 км/соат дан кам тезликларда эса ҳавонинг қаршилиги унча катта бўлмайди ва унинг тормозлаш жараёнига таъсири ҳисобга олинмайди, яъни $P_\omega/G=0$ деб қабул қилинади, бу эса ҳисоблаш натижасига 5% дан ошмайдиган хатолик киритади.

Ҳисобий тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилни ҳайдовчи тўхтатаоладиган йўл узунлиги - тормозланиш йўли - хавфсиз харакатланишнинг энг муҳим кўрсаткичидир. У автомобил

йўлларининг пландаги ва профилдаги элементлари учун бир қатор нормаларни асослаш учун катта аҳамиятга эга.

Ҳайдовчи ўз олдида тўсиқни сезиб қолган пайт билан автомобилнинг тўлиқ тормозланабошлаган пайти ўртасида бирор оралиқ вақт ўтади. Тормозланиш йўлининг узунлигини батафсил тадқиқ этишда ҳайдовчининг тормозлаш зарурлигини сезишига ва оёғини ёнилғи узатиш педалидан тормозлаш педалига ўтказишига кетган вақт t_1 (сезиш вақти) тормоз педалининг салт юриш вақти t_2 , тормоз юритмаларидаги тормозлаш кучи аста-секин ортиб, ўзининг тўлиқ қийматига эришадиган вақт t_3 ҳисобга олинади.

Тормоз қурилмаларининг ишга тушишдаги кечикиш вақт гидравлик юритма учун 0,1 с ни ва пневматик юритма учун 0,2-0,4 с ни ташкил этади. Тормоз кучининг ортиш вақти гидравлик юритма учун 0,2 с ва пневматик юритма учун 0,6-1 с.

Ҳайдовчиларнинг сезиш вақти t_1 , жуда кўп ўтказилган мухсус тадқиқотларнинг кўрсатишича, доимий эмас. У ҳайдовчининг ёшига, иш стажига, кайфиятига, ҳаракат тезлигига, йўл шароитларига боғлиқ. Ҳайдовчи қанчалик эътибор билан юрса, унинг сезиш вақти шунча кам бўлади. Шаҳар шароитларида бу вақт 0,6-0,8 с ни, автомобил магистраллари бўйича, пиёдалар бўлмаган холларда, шаҳар четида харакатланишда 1,5-2 с га тенг бўлиши мумкин. Бу вақт ўрта хисобда 0,8 с қабул қилинади. Лекин бу тўғри эмас, чунки у 50% ҳайдовчиларнинг иш шароитларига мос келмайди. Тормозланиш йўлини ҳисоблашда автомобил йўлларининг пландаги ва профилдаги элементларини аниқлаш учун жами вақт $t_1 + t_2 + t_3$ шартли равишда 1 с га тенг деб қабул қилинади ва у ҳайдовчининг сезиш вақти деб аталади. Юқорида келтирилган маълумотларга кўра бу вақт ҳайдовчининг автомобилни жуда катта эътибор билан бошқаришига мос келади.

Автомобилнинг тўлиқ тормозланиш даврида босиб ўтадиган йўлини текис секинланувчан ҳаракат формуласи бўйича ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\vartheta = \sqrt{2aS_т} \qquad (3.31)$$

бу ерда ϑ - тормозланиш бошланишидаги тезлик, м/с; $S_т$ - тормозланиш йўли, м; a - тормозланишда манфий тезланишнинг мутлақ қиймати, м/с^2;

у $a=(\gamma_т + f \pm i)\,g$ га тенг. Бунда хавонинг қаршилиги йўқ деб хисобланади ва автомобил айланувчи қисмларининг таъсири назарга олинмайди.

Автомобилнинг тормоз механизмларига қўйиладиган амалдаги талаблар бўйича автомобилнинг конструктив хусусиятларига кўра таъминланадиган секинланишнинг мутлақ қиймати юк автомобиллари ва автопоездлар учун 5,5 м/с^2 ни, енгил автомобиллар учун 7 м/с^2 ни ташкил этиши керак.

a нинг қийматини (3.31) тенгламага қўйиб, тормозланиш йўли учун қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$S_т = \frac{\vartheta^2}{2g(\gamma_T + f \pm i)}. \qquad (3.32)$$

Йўлларнинг пландаги ва бўйлама профилдаги геометрик элементларини аниқлаш билан боғлиқ бўлган ҳисоблашлар энг хавфли ҳолат - ғилдираклар тўлиқ мухосараланган аварияли ҳолат учун бажарилади. Бунда $\gamma_т$ нинг қиймати илашиш коэффициенти φ_δ га тенг қилиб олинади. Бироқ реал шароитларда тормозлар ноаниқ созланганлигидан кучнинг ғилдираклар ўртасида нотекис таксимланганлигидан ва ҳаракатда автомобилнинг тебранганлигидан тормозлаш жараёнида тормозлаш кучининг назарий тўлиқ қийматидан тўлиқ фойдаланиб бўлмайди. Проф. Д.П. Великановнинг таклифи бўйича бу ҳол тормозланиш йўли формуласига тузатиш коэффициенти - тормозлаш самарадорлиги коэффициенти K_C ни киритиш билан ҳисобга олинади. Шунинг учун тормозланиш йўлининг ҳисобланган қиймати қуйидагига тенг

$$S_т = \frac{K_C \vartheta^2}{2g(\varphi_\delta \pm i = f)} \qquad (3.33)$$

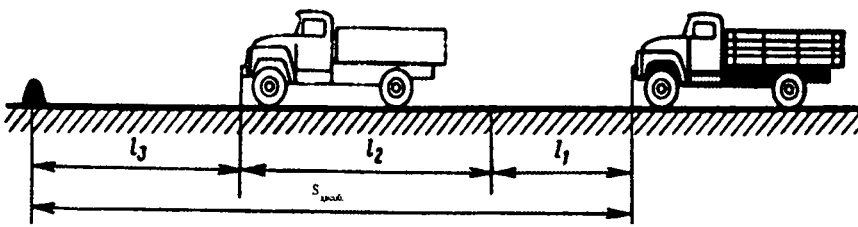
Енгил автомобилларда ўтказилган тажрибаларга кўра юк автомобиллари учун K_C=1,2 ва автобуслар учун K_C=1,3-1,4 деб қабул қилиш керак. Сирпанчиқ қопламаларда тормозлашда ҳамма ғилдираклардаги тормозлаш кучи энг катта эҳтимолий қийматига амалда бир онда эришади. Шунинг учун илашиш коэффициентлари $\varphi_\delta \le 0,4$ бўлганда K_C=1 деб ҳисоблаш мумкин. Автомобил йўлларининг геометрик элементларини ҳисоблашда K_C=1,2 ўртача қиймат қабул қилинади.

(3.33) тенглама тормозланиш йўлини 90÷100 км/соат дан ортиқ тезликлар учун ҳисоблашда камайтирилган натижа беради, чунки у ҳайдовчининг юқори тезликларда тормозлашдаги ҳаракати хусусиятларини хисобга олмайди. Автомобилнинг четга сурилиб кетмаслиги учун у аввал педални енгил босиб, тормозларнинг имкониятларидан тўлиқ фойдаланилмаган ҳолда тормозланади ва фақат 70÷80 км/соат тезликдан бошлаб жадал тормозлаш бошланади. Проф. Д.П. Великанов бу ҳолда K_C = 2,3 деб қабул қилишни таклиф

этади. Бу қийматни автомобил магистралларининг геометрик элементларига қўйиладиган талабларни асослашда мўлжаллаш керак.

Йўлларнинг элементларини ҳисоблашда ҳаракатнинг юқори даражада хавфсиз бўлишини таъминлаш учун ҳисобий тормозлаш йўли сифатида ҳайдовчининг сезиш даврида ўтилган йўл L_1 , автомобилнинг тўлиқ тормозланиш даврида босиб ўтган йўли L_2 ва тўхтаган автомобил билан тўсиқ орасидаги хавфсизлик оралиғи L_3 (бу йўл одатда автомобил узунлигига тенг) қабул этилади (3.15 - расм). Бу ҳолда ϑ (км/соат) тезликда $S_{хис}$ (м) ни ҳисоблаш формуласи қуйидагича ёзилади:

$$S_{хис} = l_1 + l_2 + l_3 = \frac{\vartheta}{3{,}6} + \frac{K_c \cdot \vartheta^2}{254(\varphi \pm i = f)} + l_3 \qquad (3.34)$$



3.15 - расм. Тормозланиш йўлини аниқлаш учун схема:
$S_{хис}$ - ҳисобланган тормозланиш йўли; L_1 - ҳайдовчининг сезиш вақтида ўтиладиган йўл; L_2 - тормозланиш йўли; L_3 - хавфсизлик масофаси.

3.7. Узун (давомли) қияликларда автомобилларни тормозлаш хусусиятлари

Динамик характеристикалар бўйича қияликдан тушиш тезлигини ҳисоблашда қиялик кўрсатадиган қаршилик тенгламага манфий ишора билан киради:

$$\frac{P_p - P_\omega}{G} = f \pm j - i$$

Тик қияликлардан тушишда тезланиш катта қийматга эга бўлади, автомобил шиғовланади ва унинг тезлиги жадал ортади. Автомобилнинг қияликдан пастга катта тезлик билан ҳаракатланиши, айниқса қоплама нотекис ёки сирпанчиқ ва планда эгрилар мавжуд бўлганида, жуда хавфли бўлади. Автомобилни бошқариш

қийинлашиб қолади. Шунинг учун ҳайдовчилар қияликнинг тиклигига қараб тушишдаги тезликни камайтиришнинг махсус чораларини кўради - двигателга иш аралашмаси беришни камайтиради, илашишни узмасдан вақти-вақти билан тормозлайди ёки пасайтирувчи узатмалардан бирини улаб, бир вақтнинг ўзида тормоз ва двигател билан биргаликда тормозлашга ўтади.

Автомобилларни қияликлардан тушишда, айниқса давомли қияликларда, ғилдирак тормозларидан фойдаланиб тормозлаш маъқул бўлмайди, чунки узоқ тормозлашда тормоз барабанлари қизиб кетиб, фрикцион устқўймаларнинг ишқаланиш коэффициенти камайиб кетади. Бу эса тормозлаш самарадорлигини камайтиради ва тормозларнинг тез ёйилишига олиб келади.

Двигател билан тормозлашда дроссел тўсқичининг педалини қўйиб юбориб ёнилғи бериш камайтирилади. Бироқ двигател тирсакли валининг айланиш тезлигини салт ишлашдаги айланиш тезлигигача камайтириш мумкин бўлмайди. Чунки бунга етакчи ғилдираклардан трансмиссия орқали тирсакли валга мажбурий узатилаётган айланма ҳаракат тўсқинлик килади. Бунинг натижасида қўшимча қаршилик кучи $P_{тд}$ юзага келади, у ҳаракатга қаршиликни оширади. Дроссел тўсқичи тўлиқ ёпилганида ва тўғри узатмада ҳаракатланишда $P_{тд}$ нинг қиймати етакчи ғилдиракларда енгил автомобиллар учун т.ф.н. Ю.А. Кременцнинг эмпирик формуласи билан топилиши мумкин:

$$P_{тд} = 9.5W_{\partial} + \frac{0.25G\vartheta}{100}, \qquad (3.35)$$

бу ерда W_{∂} - двигателнинг иш хажми, л; ϑ - тезлик, км/соат; G - автомобилнинг оғирлиги, Н.

Автомобилни ҳаракатлантирувчи куч автомобил оғирлигининг йўл қиялигига параллел ташкил этувчисидан иборат бўлади. Ҳаракатланишга қаршилик кучлари двигателнинг тормозлаш кучи, ҳавонинг қаршилик кучи ва автомобилнинг ғилдирашига қаршилик кучидан иборат бўлади.

Двигател билан тормозлашда қарор топадиган мувозанатли тезлик умумий ҳаракат тенгламаси (3.16) асосида назарий ҳисобланиши мумкин:

$$-\frac{P_{тд} + P_{\omega}}{G} = f - i$$

Двигател билан тормозлаш айниқса пасайтирувчи узатмалар уланганда самарали бўлади, шунда автомобилнинг айнан бир хил

тезлигида двигател вали анча тез айланади. Бу ҳолга мос келувчи ҳисоблашлар учун (3.35) тенгламада 9 ўрнига $9i_к$ катталик қўйилади, бу ерда $i_к$ - уланган узатманинг узатиш сони.

Қияликлардан тушишда ҳайдовчилар тайинланган ҳаракат режимига уларнинг ҳаракатланиш шароитларини сезиш хусусиятлари - қияликнинг давомлилиги, буйлама қиялик, қиялик охиридаги йўл шароитларининг аниқлиги катта таъсир кўрсатади.

Кузатишларнинг кўрсатишича, қияликлардан пастга ҳаракатланишнинг қуйидаги режимларидан фойдаланилади:

$i \le 20\%_0$ - қияликда қияликнинг узун-қисқалигига қарамасдан етакчи ғилдираклардаги тортиш кучи билан ҳаракатланиш;

$30\%_0 < i < 50\%_0$ - қияликда участканинг тегишлича 500-300 м гача узунлигида илашмани узиб қўйиб ҳаракатланиш, қияликнинг пастки қисмида юк автомобилларида двигател билан тормозлаш;

$i > 60\%_0$ қияликда - двигател билан тормозлаш; қияликнинг давомлилиги 1000 м дан дан кам бўлганида двигател ва ғилдирак тормозлари билан тормозлаш.

3.8 Автопоездларнинг тортишини ҳисоблаш хусусиятлари

Юк ташиш харажатларини камайтириш ва транспортнинг иш унумдорлигини оширишнинг энг таъсирчан воситаларидан бири - автомобил поездларидан фойдаланишдир. Йўл шароитлари бир хил бўлган ҳолларда автопоезднинг иш унумдорлиги тиркамаларсиз автомобилларнинг иш унумдорлигидан 1,5-2 марта юқори бўлади. Автопоездлардан самарали фойдаланишни таъминлаш учун йўллар, якка автомобил ҳаракатланган ҳоллардагига қараганда, анча юқори талабларни қондириши керак.

Автопоезд учун динамик фактор тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{P_p - P_{\omega_{an}}}{G_a + G_{тр}} = f_1 \pm i \pm j\delta_{ап}, \qquad (3.36)$$

бу ерда $P_{\omega ап}$ - ҳавонинг автопоезд ҳаракатига қаршилиги; G_a - автомобилнинг оғирлиги; $G_{тр}$ - тиркамаларнинг оғирлиги; f_1 - автопоездлар учун ғилдирашга қаршилик коэффициенти; $\delta_{ап}$ - автопоезднинг айланувчи массаларини ҳисобга олувчи коэффициент.

Автопоезднинг динамик фактори якка автомобилникидан кам, чунки умумий масса катта бўлганида ҳам тортиш кучи шундайлигича қолади. Айни бир вақтда автопоездда ҳаракатга қаршилик катта бўлади. Тиркаш асбобларидаги ва бурилиш доирасидаги ишқаланиш, шунингдек, юриб кетаётганда тиркамаларнинг чайқалиши сабабли ғилдирашга қаршилик автопоездларда тиркамалар сони ортиши билан ошади. Ҳавонинг қаршилиги ҳам ортади, чунки хар қайси қўшимча тиркама ҳавонинг ён сиртга ишқаланишини кўпайтиради ва хаво оқимининг ўз орқасидан уюрмаланишини келтириб чиқаради.

Амалий ҳисоблашлар учун суйриланиш коэффициентини ҳар қайси тиркама учун 25-30% га, ярим тиркама учун 10% га, ғилдирашга қаршилик коэффиценти эса 4-5% га ортади, деб қабул қилиш мумкин.

Жойидан қўзғалишда етакчи ғилдиракларнинг қоплама билан илашуви етарли бўлмайди. Бу ҳолда ҳавонинг қаршилиги бўлмаганида автопоезднинг ҳаракат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{\varphi_\delta G_{ил}}{G_a + G_{пр}} = f_1 \pm i \pm j\frac{\delta_{ап}}{g}, \qquad (3.37)$$

проф. Я.Х. Закин шунингдек, автопоездларнинг жойидан қўзғалишини ҳисоблашда ҳосил бўладиган қўшимча қаршиликларни ҳисобга олишни таклиф этади. Бунда ёз шароитлари учун ғилдирашга қаршилик коэффициенти1,5-2,5 марта, киш шароитлари учун 2,5-5 марта оширилади.

Ҳаракат хавфсизлигини ошириш учун замонавий автомобил тиркамалари автомобилдан туриб бошқариладиган тормозлар билан жиҳозланади. Тормозлашда автопоезднинг ҳаракат тенгламаси:

$$\frac{-\varphi_\delta P_т - P_{\omega_{ап}}}{G_a + G_{ап}} = f_1 \pm i \pm j\frac{\delta_{ап}}{g}, \qquad (3.38)$$

бу ерда $P_т$ - тормозли ўқларга тушадиган юклама.

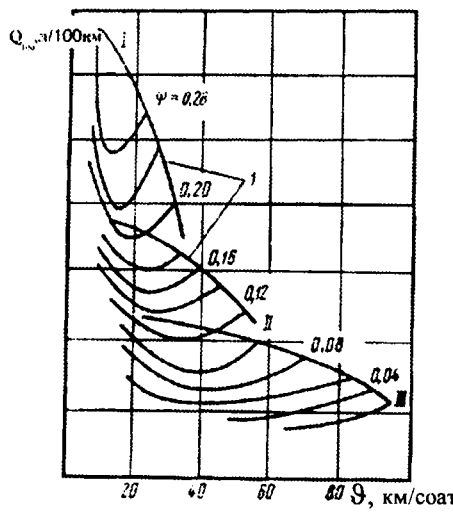
Тормозланган автопоезд ўтадиган йўл якка автомобил ўтадиган йўлдан ортиқ бўлади. Автопоездларни тўхтатишда тормозлаш жадаллиги якка автомобиллардагига қараганда суст бўлади, чунки автопоезд кескин тормозланганда тиркаманинг четга сурилиб кетиши ёки автомобил устига чиқиб кетиши хавфи содир бўлади.

Баён этилганлардан шу нарса келиб чиқадики, автопоездларнинг жадал ҳаракатланиши мўлжалланган йўлларни лойиҳалашда катта бўйлама қияликлар қабул қилиш мақсадга мувофиқдир. Йўлларнинг тоифасидан катъи назар улар 30-40% дан ортиб кетмаслиги маъқулдир, бунинг иложи бўлмаганида

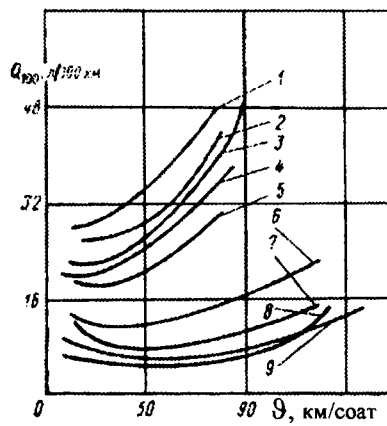
кўтарилишлар участкасида қатнов қисмининг қўшимча полосалари кўзда тутилиши керак (53 - § га қ.).

3.9. Йўл шароитларига қараб ёнилғи сарфи ва шиналарнинг ейилиши

Автомобилларда юк ташишда ёнилғи сарфи йўл шароитларига ва харакатланиш режимига боғлиқ. Энергетик ресурсларни ва айниқса кимё саноати учун қимматли хомашёни айниқса нефтни тежаш зарурлиги сабабли, трасса вариантларини бахолашда ёнилғи сарфи лойиҳа ечимларининг сифатини билдирувчи энг мухим кўрсатқичлардан бири бўлиб қолди.



3.16 - расм. Иқтисодий характеристикалар графигига мисоллар: I-III - I...III узатмаларда ҳаракатлангандаги эгри чизиқлар гуруҳи; 1 - турли тезликларда ҳаракатланганда ёнилғини максимал сарфлаш эгри чизиқлари (эгри чизиқлардаги рақамлар йўл қаршилиги φ=f+i ни ифодалайди).



3.17 - расм. Тўғри узатмада ҳаракатланганда баъзи автомобилларнинг иқтисодий характеристикалари: 1 - МАЗ-514; 2 - КамАЗ-5410 ярим тиркама билан; 3 - ЗИЛ-130; 4 - ГАЗ-53А; 5 - ЗИЛ-117; 6 - «Чайка» ГАЗ-14; 7 - «Волга» ГАЗ-24; 8 - «Запорожец» ЗАЗ 968; 9 - «Жигули» ВАЗ-2101.

Автомобил йўлларининг вариантларини таққослашда ёнилғи сарфини баҳолаш учун академик Е.А.Чудаков таклиф этган

автомобилнинг тежамкорлик характеристикасидан фойдаланиш мумкин. Бу характеристика йўлнинг турли қаршиликларида ва турли ҳаракат тезликларида 100 км ўтилган йўл учун ёнилғи сарфини литрларда кўрсатади (3.16-расм). Тежамкорлик характеристикаси турли узатмалар учун эгри чизиқлар туркуми тарзида қурилади. Бу эгри чизиқларнинг ҳар қайсиси йўл қаршиликларининг - ҳаракатланишга қаршилик ва кўтарилишда ҳаракатланишга қаршилик $(\psi = f + i)$ йиғиндисининг маълум қийматига тааллуқли бўлади. Эгри чизиқлар туркумини қамровчи чизиқлар ҳар қайсиси узатма учун дроссел тўсқичининг тўлиқ очилишига мос келади. Автомобилларнинг тежамкорлик характеристикасини ҳисоблаш ёки тажриба йўли билан олиш мумкин.

Автомобилнинг ϑ (км/соат) тезлик билан ҳаракатланиши учун двигател қуйидаги қувватни ҳосил қилиши керак (кВт):

$$Ne = \frac{\vartheta \sum P}{3{,}6\eta_{тр}}, \qquad (3.39)$$

бу ерда $\sum P = P_\omega + P_f + P_i \pm P_j$ - автомобил ҳаракатланганида дуч келадиган қаршилик кучларининг йиғиндиси (3.1 - § га қ.), Н; $\eta_{тр}$ - автомобил трансмиссиясининг фойдали иш коэффициенти.

Автомобилнинг ҳаракатига кўрсатиладиган қаршилик қийматини қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Ne = \left(\frac{K_X \omega \vartheta^2}{3{,}6^2} + G\psi \right) \frac{\vartheta}{3.6\eta_{тр}}, \qquad (3.40)$$

бу ерда $\psi = f + i$ - йўл қаршиликларининг йиғинди коэффициенти.

Автомобил ҳаракатланганидаги ёнилғи сарфи (л/соат)

$$Q_S = \frac{q_e N_e}{1000\gamma}, \qquad (3.41)$$

бу ерда γ - ёнилғининг зичлиги,г/см^3; q_e - ёнилғининг солиштирма сарфи, г/(кВт.соат).

Термодинамика курсидан қуйидаги маълум:

$$q_e = \frac{3{,}6 \cdot 10^6}{H_H \eta_e}, \qquad (3.42)$$

бу ерда 3,6 $\bullet 10^6$ - 1 кВт·соат ишга эквивалент бўлган жоуллар сони; H_H - ёнилғининг энг паст иссиқлик чиқарувчанлиги, Ж/соат; η_e - двигателнинг фойдали иш коэффициенти.

Иқтисодий характеристикалар графигини қуришда ёнилғи сарфини 100км йўл учун литрларда ифодалаш қабул қилинган. Бу холда, (3.40) ва (3.41) ифодаларни ҳисобга олиб, ёнилғи сарфи (л/100 км) қуйидагини ташкил этади:

$$Q_{100} = Q_S \frac{100}{\vartheta} = \frac{q_e N_e}{100\vartheta\gamma} = q_e \frac{\left(\frac{K_X \omega \vartheta^2}{3{,}6^2} + G\psi\right)}{3{,}6\eta_{TP}\gamma}, \qquad (3.43)$$

3.17 - расмда баъзи автомобилларнинг такомиллаштирилган қопламали йўлнинг текис горизонтал участкасида дроссел тўсқичи тўла очилганида ўзгармас тезлик билан ҳаракатлангандаги иқтисодий характеристикалари келтирилган.

Автомобил йўлнинг берилган участкаси бўйича ҳаракатланганида ёнилғи сарфи динамик ва иқтисодий характеристикалардан фойдаланиб, 3.18 - расмда кўрсатилган ясашлар ёрда-мида аниқланиши мумкин. Аввал айрим участкалардаги ҳаракат тезликлари аниқланиши зарур. Бунинг учун олдин йўлнинг бўйлама профили тахлил қилинади, у ёки бу узатмаларда ўтиш мумкин бўлган йўл қаршиликлари тенг бўлган l_1, l_2, l_n участкаларнинг узунлиги аниқланади.

Бу участкаларга ўзгармас тезлик билан харакатланиш шароитлари учун ψ = f + i қийматни қўйиб, шиғовланиш ва секинлашиш участкалари учун ψ = f + i + j қийматни қўйиб, йўл қаршиликлари графиги қурилади. Сўнгра динамик характеристикалар графикларидан автомобил ҳаракатининг тегишли тезликлари топилади.

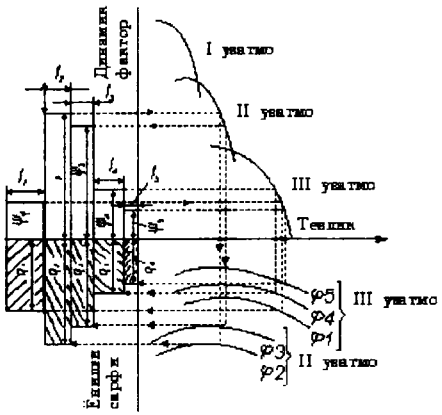
Хисоблашлар натижасида ҳақиқий ҳаракатланиш шароитларига, жумладан айрим жойларда харакат қоидаларига кўра тезликнинг чекланишига тузатишлар киритилади. Тезлик ўзгариши содир бўладиган участкаларда унинг ўртача қиймати қабул қилинади. Сўнгра тезликлар ва йўл қаршиликлари қийматлари бўйича тезликлар ўқи остида қурилган иқтисодий характеристикалари графикларидан фойдаланиб, ҳар қайси участкага мос келадиган Q'_{100} (л/100 км) ва хар қайси участкани ўтиш учун ёнилғи сарфи аниқланади:

$$q = \frac{Q_{100} l}{100}$$

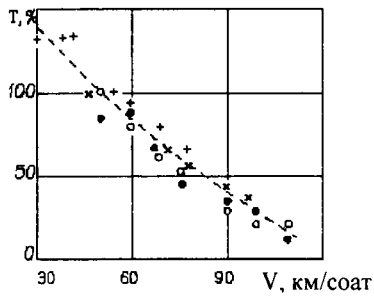
Айрим участкаларда автомобилнинг тезлигига шиналарнинг ейилиши ҳам боғлиқ бўлади. Катта тезликлар шиналарнинг ейилишини анча оширади (3.19 - расм). Бунга шиналарнинг жуда қизиши, шунингдек, йўл қопламидаги нотекисликларга урилиш кучи

ортиши сабаб бўлади. Шиналарнинг ейилиши, шунингдек, қоплама турига ҳам боғлиқ.

Агар текис каттиқ такомиллаштирилган қопламали йўлларда шиналар босиб ўтган йўлни 100% деб олинса, унча текис бўлмаган қопламали йўлларда (чақиқ тошли, шағалли, тош ётқизилган) у 25-30% га, ўйилган жойлари кўп бўлган йўлларда 50% га камаяди.



3.18-расм. Ёнилғи сарфини график орқали аниқлаш схемаси.



3.19-расм. Шинанинг ейилишининг ҳаракат тезлигига боғлиқлиги: Т-шиналарнинг нисбий хизмат муддати, %. Турли шартли белгилар турли муаллифларнинг маълумотларига тааллуқлидир.

4-боб
ПЛАНДА ЙЎЛНИНГ ЭГРИ ЧИЗИҚЛИ ҚИСМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

4.1. Автомобилларнинг йўлнинг эгри чизиқли қисмларида харакатланиш хусусиятлари

Йўлнинг эгри чизиқли қисмида ҳаракатланаётган автомобилга эгрилик радиуси R га тенг бўлган эгри чизиқнинг нуқтасида марказдан кочма куч таъсир қилади:

$$C = m\vartheta^2 / R, \qquad (4.1)$$

бу ерда m - автомобилнинг массаси, кг; ϑ - унинг тезлиги, м/с.

Ҳаракат йўналишига тик йўналган марказдан кочма куч автомобилга, ҳайдовчига ва йўловчига ағдарувчи ва силжитувчи таъсир кўрсатади. Бу куч ўнг ва чап ғилдираклар орасида босимни кайта тақсимлаб ва шиналарнинг ёнаки сирпаниш ҳодисасини юзага келтириб (4.2 - § қ.), у шунингдек, автомобилни бошқариш шароитини мураккаблаштиради. Кичик радиусли эгри чизиқларда ёнилғи сарфи ва шиналарнинг ейилиши ортади. Кечки пайтларда (тунда) йўлнинг эгри қисмларидан ўтиш шунинг учун хам мураккаблашадики, бунда чироқларнинг ёруғи автомобил олдидаги йўлни тўғри участкалардагига қараганда кичик масофада ёритади.

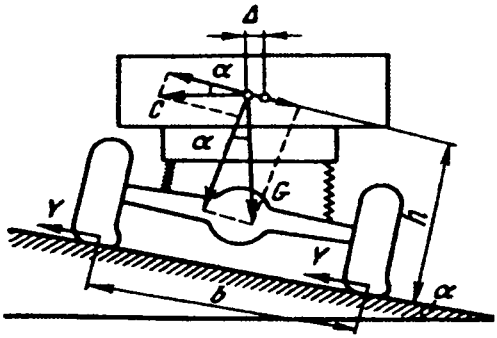
Айтиб ўтилган омилларнинг хаммаси эгри чизиқларнинг пландаги радиуси қанчалик кичик бўлса, шунча кучлироқ намоён бўлади. Шунинг учун автомобилларнинг хавфсиз, қулайлик ва тежамкорлик билан хисобий тезликда харакатланишига фақат эгри чизиқларнинг радиуслари етарлича катта бўлганидагина эришилади. Пландаги доиравий эгри чизиқларнинг радиусини аниқлаш ифодаси умумий кўринишда қуйидаги мулохазалардан келиб чиқиб хосил қилиниши мумкин.

Автомобил эгри чизиқли участкада ҳаракатланида унга унинг оғирлик марказига қуйилган иккита куч таъсир қилади (4.1 расм): думалоқланишнинг ташқи томонига қараб йўналган марказдан қочма куч С (4.1 - тенгламага қ.); G - автомобилнинг оғирлиги.

Ҳар иккала кучни автомобил йўлининг қатнов қисмидаги кўндаланг қиялик йўналишига проекциялаб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Y = \frac{m\vartheta^2}{R}\cos\alpha \pm mgi \quad , \qquad (4.2)$$

бу ерда Y - автомобилни йўлдан суриб чиқаришга интиладиган натижаловчи куч. Бу куч кўндаланг куч деб аталади.



4.1 - расм. Пландаги эгри чизиқ бўйича ҳаракатланганда автомобилга таъсир этувчи кучлар.

Йўл кўндаланг қиялигининг йўналишига қараб автомобил оғирлигининг mgi га тенг ташкил этувчиси «+» ёки «-» ишорали бўлиши мумкин.

α бурчак кичик бўлганлигидан (cosα ≈ 1), унинг таъсирини хисобга олмаса бўлади. Бу ҳолда

$$Y = \frac{m\vartheta^2}{R} \pm mgi \qquad (4.3.)$$

Бу тенгламанинг ҳамма ҳадларини автомобилнинг оғирлиги G = mg га бўлиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{Y}{G} = \frac{\vartheta^2}{gR} \pm i \qquad (4.4)$$

μ билан белгиланадиган Y/G нисбат кўндаланг куч коэффициенти деб юритилади. Кўндаланг куч коэффициентига жоиз қийматларни бериб, доиравий эгри чизиқларнинг радиусни аниқлаш мумкин:

$$R = \frac{\vartheta^2}{g(\mu \pm i)} \qquad (4.5)$$

Бу ифодадан амалда фойдаланиш учун кўндаланг куч коэффициентининг жоиз қийматларини меъёрлаш керак.

Эгри чизиқли траектория бўйича ҳаракатланувчи автомобилларнинг турғунлигини ва бошқарувчанлигининг батафсил таҳлили «Автомобиллар назарияси» курсида берилади.

4.2. Кўндаланг куч коэффициенти

Кичик радиусли эгрилик бўйлаб ҳаракатланишда автомобилга таъсир этувчи кўндаланг куч унга бир қанча таъсирлар кўрсатади-уни йўлдан суриб чиқаришга ёки ағдаришга интилади, бошқаришни қийинлаштиради, автомобилда юриш қулайлигини пасайтиради, шунингдек ҳаракатга қушимча қаршилик яратади, ёнилғи сарфини ва шиналарнинг ёйилишини оширади. Бу таъсирларни ҳисобга олиб, кўндаланг куч коэффициентининг жоиз қийматлари аниқланади.

Ёнаки сурилишга қарши турғунлик автомобилнинг эгри чизиқ бўйлаб хавфсиз харакатланишининг мухим шартларидан биридир.

Автомобилнинг марказдан қочма куч ва қопламанинг кўндаланг қиялиги таъсирида ёнаки сурилишига шиналарнинг қоплама билан илашуви тўсқинлик килади. Автомобилнинг етакчи ғилдирагига қўйилган кўндаланг куч Y ва тортиш ёки тормозлаш кучи P шиналарнинг қопламага уриниш текислигида ҳаракат траекториясига бурчак остида йўналган жамланган сурувчи куч Q ни ҳосил қилади (4.2 - расм).

Автомобил турғун бўлиши учун қуйидаги шартга риоя қилиниши керак:

$$\sqrt{Y^2 + P^2} = Q \le G_F \varphi_\delta \qquad (4.6)$$

бу ерда G_F - етакчи ғилдиракдан ёки тормозланган ғилдиракдан қопламага тушадиган юклама; φ_δ - шинанинг қоплама билан бўйлама илашиш коэффициенти.

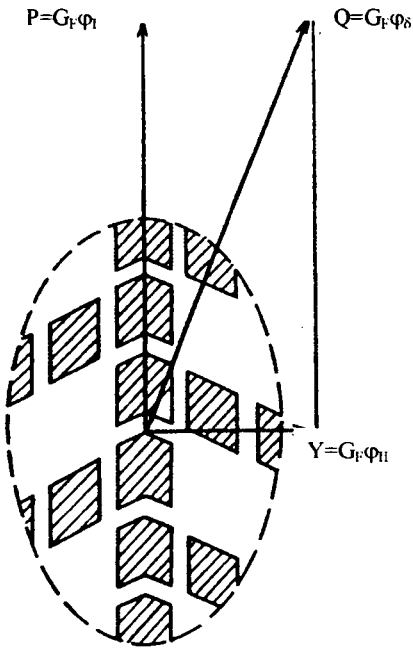
Бунда юқорида таъкидлаб ўтилган (3.3. п га қ.) ҳолдан фойдаланилади. Тормозланган ғилдирак шинасининг силжишга қаршилиги тенг таъсир этувчи куч йўналиши ғилдиракнинг ҳаракат текислиги билан ҳосил қилган бурчакка амалда боғлиқ эмас.

Марказдан қочма куч таъсирида ғилдираклар ўртасидаги юклама қайта тақсимланади. Кўндаланг куч катта бўлганида камроқ юкланган ички ғилдиракдаги тортиш кучи илашиш кучидан ортиб кетиши ва ғилдиракнинг шатаксираши ва автомобилнинг ёнига сурилишига сабаб бўлиши мумкин. Автомобилнинг ту рғунлиги учун ғилдиракни эгри чизиқда блокировкалаб жадал тормозлаш критик ҳол бўлиши

мумкин, бунда шина ва йўлнинг ишқаланиш кучлари иши деярли тўла равишда автомобил илгарилама ҳаракатининг кинетик энергиясини сўндиришга сарфланади ва унинг озгина қисми автомобилнинг ёнга сурилишига қаршилик қилиш учун қолади.

Бўйлама илашиш φ_δ нинг бўйлама йўналишдаги ташкил этувчиси φ_I ва кўндаланг йўналишда ташкил этувчиси φ_{II} қуйидаги боғлиқлик билан ўзаро боғланган.

$$\varphi_{II} = \sqrt{\varphi_\delta^2 - \varphi_I^2} \qquad (4.7.)$$



4.2 - расм. Автомобил ғилдирагига таъсир этувчи кўндаланг ва бўйлама кучлар ўртасидаги нисбатлар.

Автомобилнинг эгри чизиқли участкада сурилишга қарши турғунлиги учун $\varphi_{II} > G > Y$ шартга риоя қилиниши шарт. Бундан $\varphi_{II} > Y/G = \mu$ бўлиши, яъни кўндаланг куч коэффиғиенти μ умумий илашиш коэффициентининг қолган қисми φ_{II} дан ортиб кетмаслиги керак деган шарт келиб чиқади. φ_{II} нинг қиймати шинанинг ён томонга сурилишига қаршилик кўрсатади. Умумий илашиш коэффициентининг қанчалик катта қисми φ_I дан автомобилчи тормозлашда бўйлама қияликни босиб ўтишда фойдаланилса, унинг кўндаланг ташкил этувчиси φ_I нинг шунча кам қисми автомобилнинг эгри чизиқ бўйича сурилишига қаршилик қилиш учун қолади.

Бўйлама илашиш коэффициентининг бўйлама йўналишда фойдаланиладиган қисми φ_I унинг тўлиқ қиймати φ_δ нинг камида 0,7-0,8 улушини ташкил этиши керак, деб хисобланилади. Бу холда коэффициент φ_{II} нинг қиймати 0,7 $\varphi_б$ ёки 0,6 $\varphi_б$ га тенг бўлади.

Автомобил эгри чизиқ бўйича тормозланмасдан ҳаракатланганда унинг турғунлигини таъминлаш учун кўндаланг куч коэффициенти кўндаланг илашиш коэффициентидан кам бўлиши керак:

$$\mu \prec \varphi_{кун}$$

Автомобилнинг ағдарилишга қарши турғунлиги тутиб турувчи моментнинг ағдарувчи моментдан катта бўлиши билан таъминланади (4.1 - расмга қ.).

Автомобилга таъсир этувчи кучларнинг ташқи ғилдираклар уриниш юзаларининг марказларидан ўтган ўққа нисбатан моментларининг тенгламаларини тузиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Yh = mg(b/2 - \Delta),$$

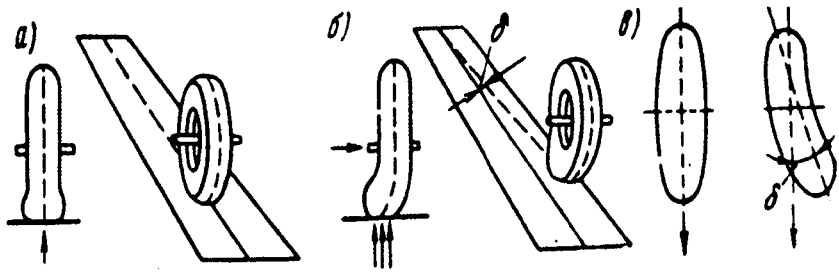
$$\text{бундан} \qquad \mu = \frac{Y}{mg} = \frac{1}{2h}(b - 2\Delta) \qquad (4.8.)$$

Бу ифодада рессораларнинг деформацияси ва шиналарнинг эластиклиги туфайли автомобилнинг оғирлик маркази кўндаланг йўналишда бирор Δ катталикка силжийди. Тажрибалар асосида ёнаки силжиш Δ ни тахминан 0,2b га тенг деб олиш мумкин. b/h нисбат замонавий енгил автомобиллар учун 1,8 дан 2,5 гача, юк автомобиллари учун 2дан 3 гача ва автобуслар учун 1,7 дан 2,2 гача ўзгариб туради, оғирлик марказининг ер сиртидан баландлиги эса енгил автомобиллар учун 0,45-0,6 м, юк автомобиллари учун 0,65- 1 м ва автобуслар учун 0,7-1,2 м.h ва b/h нинг қийматларини оғир шароитлар учун қабул қилиб, автомобилнинг ағдарилишга қарши турғунлиги учун кўндаланг куч коэффициенти 0,6 дан ошмаслиги керак, деган хулосага келамиз.

Автомобиллардан нормал шароитларда фойдаланганда ва одатдаги ҳаракат тезликларида кўндаланг куч коэффициенти бу қийматига етмайди. Ағдарилиш ҳоллари эса автомобил ёнаки сурилганида тўсиқ устига чиқиб кетиши оқибатида юз беради.

Эгри чизиқли участкадан ўтиш қулайлигини таъминлаш учун хайдовчига ва йўловчиларга таъсир этиб, уларни ён томонга оғдирувчи марказдан қочма куч эгри чизиқ бўйлаб ҳаракатланишда безовта қиладиган қийматидан ошмаслиги лозим. Тажриба маълумотларининг кўрсатишича, кўндаланг куч коэффициенти μ = 0,1 бўлганида йўлга қарамаётган йўловчи автомобилнинг эгри ёки тўғри чизиқли йўлдан юриб кетаётганини сезмайди. μ = 0,15 бўлганида эгри бўйлаб ҳаракатланиш кучсиз сезилади, μ = 0,2 бўлганида эса йўловчи ҳаракатни аниқ билиб, ўнғайсизлик сезади. μ = 0,3 бўлганида тўғри участкадан эгри участкага ўтиш туртки каби сезилади ва йўловчи ён томонга оғади. Шу сабабли ҳаракат вақтида йўловчиларга қулайлик яратиш учун кўндаланг куч коэффициенти μ эгри участкада 0,15 дан, мураккаб шароитларда эса 0,2 дан ошмаслиги лозим.

Йўлнинг эгри чизиқли участкаларида автомобилда юк ташиш тежамкорлиги шиналарнинг ёнаки сурилиши ходисаси оқибатида пайдо бўладиган ҳаракатга қўшимча қаршилик билан боғланган. Кўндаланг куч шиналарнинг ёнаки деформацияланишини келтириб чикаради, бунинг натижасида шиналарнинг қоплама билан уриниш юзасининг шакли ўзгаради, юзанинг бўйлама ўқи эса ҳаракатланиш йўналишига нисбатан бирор бурчак хосил қилади (ёнаки сурилиш ходисаси). Ғилдирак эса айнан ўша вертикал текисликда қолган холда, шу йўналиш бўйича сурила бошлайди (4.3 - расм). Ҳайдовчи олдинги ғилдиракларнинг ҳаракат йўналишига нисбатан бурчак остида тегишлича буриб, ёнаки сурилишни компенсациялаши керак.



4.3 - расм. Ғилдиракнинг ёнга сурилиши:
а - ёнаки куч бўлмагандаги ҳаракат; б - ёнаки куч бўлгандаги ҳаракат; в - ёнаки кучлар бўлганда ва бўлмаганда шинанинг қоплама билан уриниш юзасининг шакли; δ - ёнга сурилиш бурчаги.

Тажриба тадқиқотлари шуни кўрсатадики, ёнаки сурилиш бурчаклари енгил автомобилларнинг шиналари учун 3-4 дан кичик ва юк автомобилларининг шиналари учун 4-50дан кичик бўлганида бурчакнинг қиймати ғилдиракнинг ғилдираш текислигига тик йўналган ёнаки кучга мутаносиб бўлади:

$$\delta = Y / K_{сур}, \qquad (4.9)$$

бу ерда Y - ёнаки куч, Н; $K_{сур}$ - сурилишга қаршилик коэффициенти, у пневматик шинанинг кўндаланг йўналишда эластиклигига боғлиқ. Енгил автомобилларнинг шиналари учун $K_{сур}$ = 15-40 Н/рад, юк автомобилларининг шиналари учун 30-100 Н/рад га тенг.

Ёнаки сурилиш бурчаги ортиши билан ғилдиракларнинг ғилдирашига қувват сарфи кўпаяди ва шиналарнинг ейилиши кескин ортади. Тажриба маълумотларининг кўрсатишича, кўндаланг кучнинг қиймати сурилиш бурчаги 1^0 дан ошмайдиган қилиб чекланганида

хам, шиналарнинг ейилиши 5 марта ортади. Бунда ҳаракатланишга қаршилик ортиши туфайли двигател қуввати 15% га ортиқ сарфланади, бу эса ёнилғи сарфининг ортишига олиб келади.

Бу шартларга замонавий енгил автомобиллар учун қуйидагига тахминан тенг бўлган кўндаланг куч коэффициенти мос келади:

$$\mu = Y / G = \delta K_{сур} / G \approx 0.1$$

Шундай қилиб, йўлларнинг эгри чизиқли қисмлари автомобилларда ташиш таннархининг ортишига сабаб бўлмаслиги учун эгри чизиқни шундай радиус билан лойиҳалаш керакки, автомобиллар ҳисобий тезлик билан ҳаракатланганида кўндаланг куч коэффициенти 0,1 дан ортмасин.

4.3. Планда эгри чизиқларнинг радиусини белгилаш

Ҳисобий тезликларда ҳаракатланиш хавфсиз, қулай ва тежамли бўлиши учун пландаги йўл эгриларининг радиуслари кўндаланг куч коэффициентини қиймати мумкин қадар кичик бўладиган қилиб белгиланиши керак.

Мураккаб рельефли шароитларда ёки аҳоли зич яшайдиган жойларда радиуснинг катталашуви ер қазиш ишлари ҳажмининг кескин ошишига ёки қимматли қурилишларни бузиш заруриятига олиб келадиган ҳолларда радиуснинг кичик қийматларини белгилашга тўғри келади, бунда бу радиус йўлнинг қулай шароитларида ҳисобий тезликларда ҳаракатланишда автомобилнинг ёнаки сурилишга қарши турғунлигини сўзсиз таъминлаши зарур, бироқ у йўлнинг эгри участкасидан фойдаланишда қулайлик ва тежамкорликни камайтиради.

Хавфсиз ҳаракатланишни таъминлаш учун автомобил эгри участкадан ўтаётганида шошилинч тормозлаш учун илашиш коэффициентининг маълум заҳираси бўлиши керак, кўндаланг кучни сўндириш учун шина билан қопламанинг тўла илашувининг бир қисмидан фойдаланиш мумкин. Шунинг учун автомобилнинг турғунлигига, бошқариш қулайлигига, юриш қулайлиги ва тежамкорлигига қўйиладиган комплекс талаблардан келиб чиқиб белгиланадиган кўндаланг куч коэффициентининг ҳисобий қиймати хар доим бўйлама илашиш коэффициентининг фақат бирор қисминигина ташкил этади. 4.1 - жадвалда автомобилнинг турғунлиги ва ундан фойдаланишга қўйиладиган турли талаблар учун кўндаланг куч коэффициентининг олдинги параграфда белгиланган энг катта жоиз қийматлари таққослаб берилган.

4.1 - жадвал.

Кўрсаткичлар	Қуйидаги қопламаларда μ нинг жоиз чегара қийматлари		
	қуруқ φ=0,6	хўл φ=0,4	муз билан қопланган φ=0,2
1	2	3	4
Ағдарилишга қарши турғунлик	0,60	0,60	0,60
Ёнаки сурилишга қарши турғунлик	0,36	0,24	0,12
Йўловчилар учун автомобилда юриш қулайлигини таъминлаш	0,15	0,15	0,15
Автомобилдан фойдаланиш тежамкорлиги	0,10	0,10	0,10

Йўлларни лойиҳалаш меъёларини ишлаб чиқишда ифлосланмаган хўл қопламада бўйлама илашиш коэффициенти 0,6 билан ҳаракатланиш асос қилиб олинади. Йўлнинг муз қоплаган ёки ифлосланган сиртида юқори тезликларда харакатланишни таъминлаб бўлмайди, чунки тормозларни ростлашдаги ноаниқлик ва автомобил ғилдираги тагидаги қопламанинг турлича ғадир-будурлиги ва йўлнинг кўндаланг қиялиги таъсирида ёнаки сурилиш хатто йўлнинг тўғри қисмида хам юзага келиши мумкин.

Жойнинг нисбатан қулай шароитларида энг кичик радиусни ҳисоблаш учун μ = 0,05-0,1 қийматини мўлжаллаш мақсадга мувофиқдир, бунда ҳисобий ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса, уни шунча кам қилиб қабул қилиш керак. 2.05.02-85 СНиП да энг кичик радиусларни аниқлашда 150 ва 120 км/соат ҳисобий тезликлар учун μ=0,12 ва 60 км/соат тезлик учун φ=0,18 қабул қилинган.

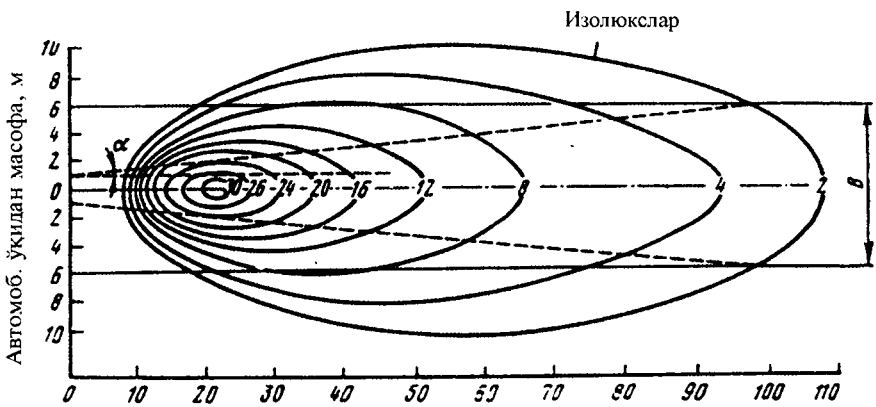
Агар йўл очиқ текис жойда қуриладиган бўлса, радиусни катталаштириш унинг узунлигини қисқартиради ва қурилиш ҳамда транспорт харажатларини камайтиради. Шунинг учун трасса ўтказиш учун қулай шароитларда барча тоифадаги йўллар учун иложи борича эгри чизиқларнинг катта радиусларини белгилаб, камида 3000м қилиб олиш керак, бундай эгри участкаларда ҳаракатланиш шароитлари амалда тўғри участкаларда ҳаракатланишдан фарқ қилмайди.

Қийин шароитларда пландаги эгри чизиқларнинг радиуслари ҳаракат тезлигига боғлиқ холда автомобил йўлларини лойиҳалашда қуйидагича жоиз миқдорда белгиланади:

Ҳисобий ҳаракат тезлиги, км/соат	150	120	100	80	60	50	40	30
Йўлнинг тоифаси	I	II	III	IV	V	-	-	-
Йўлнинг қийин қисмларида энг кичик радиуслар, м:								
текислик жойда	1200	800	600	300	150	100	60	30
тоғлик жойда	1000	600	400	250	125	100	60	30

Кичик радиусли эгри участкаларда кечаси ҳисобий тезликда хавфсиз ҳаракатланишни таъминлаб бўлмайди. Чунки йўлнинг фаралар билан ёритилган қисми хисобий кўриниш масофасидан кам бўлади. Кечки пайтларда хавфсизликни таъминлаш талабларини қондиришнинг муҳимлиги шу ҳол билан таъқиқланадики, кечки пайтларда ҳаракатланиш интенсивлиги кундузгига қараганда тахминан 10 марта кам бўлганига қарамасдан, йўл-транспорт ҳодисаларининг ярми сутканинг шу даврига тўғри келади.

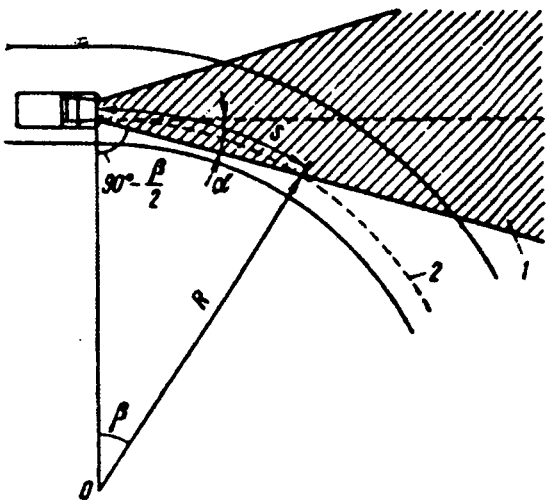
Фараларнинг оптик қурилмаси ёруғлик нурларини эллиптик шаклда тўплайди. Бу шакл фаралар ёруғлик дасталарининг ёйилиш бурчаги α билан ифодаланади; α бурчак йўл пойи чегарасида йўл сиртининг йўл қўйиладиган энг кам ёритилиш изочизиғини бир жойга тўплайди. Ёритилганлик одатда 2 лк қабул қилинади (4.4 - расм).



4.4 - расм. Йўлнинг фаралар билан ёритилиши:
В - йўл пойининг кенглиги.

Ўзоқни ёритадиган замонавий фаралар тахминан 175 м, энг кўпи 250 м масофада кўринишни таъминлайди, бу эса ҳисобий кўриниш масофасидан кам. Бироқ узоқ муддат фойдаланишга мўлжалланган йўлларни лойиҳалашда автомобилсозлик техникасининг кейинги тараққиётини мўлжалга олиш зарур ва бунда ҳисобий кўриниш масофасига эришиш имкониятини кўзда тутиш керак.

Йўлнинг эгри қисмида кўринишнинг ҳисобий қиймати S га мос келадиган R радиус қуйидаги мулоҳазалар асосида топилиши мумкин (4.5 - расм).



4.5 - расм. Йўлнинг фаралар ёруғлиги билан ёритилиш шарти бўйича эгри чизиқнинг радиусини аниқлашга доир схема: 1 - фаралар ёритадиган зона; 2 - автомобилнинг траекторияси.

S узунликдаги ёйни тортиб турувчи марказий бурчак қуйидагига тенг, градус:

$$\beta = 180S/(\pi \cdot R) \qquad (4.10)$$

$\beta = 2\alpha$ бўлганлигидан $R = 28{,}6S/\alpha$ бўлади, ёки уни яхлитласак,

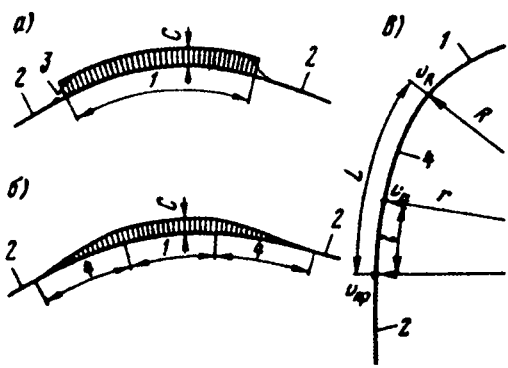
$$R = 30S/\alpha \qquad (4.11)$$

Замонавий фаралар учун ёруғлик дастасининг ёйилиш бурчаги $\alpha = 2^{o}$. Фаралар йўлнинг қатнов қисмини кўриниш масофасида (100-300 м да) ёритиши учун эгри чизиқларнинг радиуси 1500-4500 м бўлади.

4.4. Ўтиш эгри чизиқлари

Автомобил планда йўлнинг тўғри чизиқли қисмидан эгри чизиқли қисмига кирган пайтда ҳаракатланиш шароити ўзгаради. Автомобилга марказдан кочма кучлар таъсир қила бошлайди. Назарий жихатдан у бир онда, амалда эса хайдовчи рул чамбарагини бурган қисқа участка чегарасида таъсир этади. Кузатувларнинг кўрсатишича, ҳайдовчи радиуси 600 м дан кам эгри участкаларга юриб кирганида, одатда, харакат тезлигини камайтиради. Харакатланиш шароитларининг ўзгариши йўловчиларни безовта қиладиган даражада, ноқулай (илашиш коэффициенти камаядиган) об-хаво шароитларида эса автомобилни ёнаки сурилишга олиб келадиган даражада тез рўй бермаслиги учун участка билан кичик радиусли эгри участка ўртасида ўтиш эгри чизиғи киритилади.

Ўтиш эгри чизиғи чегарасида йўл ўқининг эгрилик даражаси тўғри участкадаги нолдан доиравий эгри чизиқнинг бошида 1/R гача ўзгаради (4.6 - расм).



4.6 - расм. Ўтиш эгри чизиғининг тенгламасини келтириб чиқаришга оид схема:
а - тўғри чизиқ ва эгри чизиқ бевосита туташганида марказдан қочма куч С нинг ўсиши; б - худди шунинг ўзи, ўтиш эгри чизиғи киритилганида; в - ўтиш эгри чизиғи чегарасида тезлик ва эгриликнинг ўзгариши; 1 - эгри чизиқ.

Ўтиш эгри чизиғи тенгламасини келтириб чиқариш учун қуйидаги шартни: автомобилнинг ўтиш эгри чизиғида ҳаракатланиш режими ва унга таъсир этувчи кучлар ҳаракат қулайлигини ва хавфсизлигини таъминлайдиган қуйидаги талабларга жавоб беради, деб қабул қиламиз.

1. Автомобилнинг эгри участкага киришдаги тезлиги $\vartheta_т$ эгри чизиқли участкада ҳаракатланиш тезлиги $\vartheta_{эг}$ гача ўтиш давомийлигига мутаносиб равишда йўл қуйиладиган манфий тезланиш билан камаяди:

$$a = \frac{\vartheta_T - \vartheta_{ЭГ}}{T} = \frac{(\vartheta_T - \vartheta_{ЭГ})(\vartheta_T + \vartheta_{ЭГ})}{2L} = \frac{(\vartheta_T^2 - \vartheta_{ЭГ}^2)}{2L} \qquad (4.12)$$

бу ерда Т - узунлиги L га тенг бўлган ўтиш эгри чизиғидан ўтиш давомийлиги.

2. Марказдан кочма тезланиш ўтиш эгри чизиғидан ҳаракатланиш давомийлигига тўғри мутаносиб равишда ошади, яъни r радиусли ўтиш эгри чизиғининг бошланишидан ℓ масофада жойлашган бирор нуқтасида ўсади.

Автомобил бу масофани ўтиш эгрисига кирганидан кейин t секунд вақт ичида босиб ўтади:

$$\vartheta_r^2 / r = jt \qquad (4.13)$$

J параметрни (4.13) тенгламага ўтиш эгри чизиғининг охири учун берилган $\vartheta_г = \vartheta_{ЭГ}$, r = R ва t=T ларни қўйиш билан аниқлаш мумкин. шунингдек,

$T = \frac{2L}{\vartheta_{ЭГ} + \vartheta_T}$ эканлигини ҳисобга олсак,

$$J = \frac{\vartheta_T^2(\vartheta_{ЭГ} + \vartheta_T)}{2RL} \qquad (4.14)$$

Ўтиш эгри чизиғининг оралиқ нуқтаси учун (4.13) тенгламага кўра:

$$\frac{\vartheta_r^2}{r} = Jt = \frac{J(\vartheta_T - \vartheta_r)}{a} \qquad (4.15)$$

бу ифодага a ва J нинг қийматларини қуйиб, (4.12) ва (4.14)тенгламалардан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$r = \frac{\vartheta_r^2(\vartheta_T - \vartheta_{ЭГ_\varphi})R}{\vartheta_{ЭГ}^2(\vartheta_T - \vartheta_r)}$$

4.12 тенглама билан ўхшашликни ҳисобга олиб $\vartheta_r = \sqrt{\vartheta_T^2 - 2al}$ десак ва $\vartheta_г / \vartheta_{ЭГ} = n$; r / R = y ва l / r = x белгилашларни киритсак, ўзгартиришлардан кейин ўтиш эгри чизиғининг изланаётган тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$y = \frac{(n-1)\left[n^2 - x(n^2-1)\right]}{n - \sqrt{n^2 - x(n^2-1)}} \qquad (4.16)$$

Бу тенглама билан олинадиган ўтиш эгри чизиғи тормозланиш эгри чизиғи дейилади. Бу эгри чизиқнинг шакли автомобилнинг кичик радиусли эгри бўлимларга тормозланиб кириб келишдаги ва эгри бўлимлардан тезланиб чиқиб кириб кетишдаги, масалан, йўлларнинг ёндошган жойларида, йўллар турли сатҳда кесишганда,

тоғ йўлларининг кичик радиусли эгри қисмларида ҳаракат траекториясига яхши мос келади.

I-III тоифали автомобил йўлларида автомобиллар эгри участкада тезликни камайтирмасдан босиб ўтади. Бундай холларда анча оддий шаклли ўтиш эгри чизиқларидан фойдаланилади. Уларнинг тенгламаларини $\vartheta_T=\vartheta_{эг}$, яъни n=1 деб қабул қилиб ҳосил қилиш мумкин, (4.16) даги ноаниқлик ойдинлаштирилганидан кейин қуйидаги ифода ҳосил бўлади.

$$r = RL/\ell = C/\ell \text{ ёки } C = r\ell \qquad (4.17)$$

(4.17) ифода клотоида (радиодал спираллар, радиоидлар) - замонавий автомобил йўлларида қўлланадиган асосий ўтиш эгри чизиғининг тенгламасидан иборатдир.

Клотоидаларнинг эгрилик радиуси унинг узунлигига тескари мутаносибликда катталашади. Агар ўтиш эгри чизиғига трассани кўриш равонлигини таъминлашдек мухсус талаблар қўйилмаса (12.3 - п. қ.), у ҳолда унинг узунлигини марказдан кочма куч эгри чизиқдан ўтишда секин ортиб, йўловчиларда ёқимсиз сезгилар хосил қилмаслиги нуқтаи назаридан белгиланади. Бунинг учун марказдан кочма тезланиш J нинг ўсиш тезлиги |(4.14) тенгламага қ.| йўловчиларда ёқимсиз сезгилар ҳосил қилмайдиган қийматлардан паст бўлиши керак.

Турли мамлакатларда J нинг қийматини 0,3 дан 1 м/с^2 гача чегараларда қабул қилинади. Бизларда лойиҳалаш меёрларида J=0,8 м/с^2 қабул қилинади, бу қиймат йўлларда ҳаракатланиш ҳақиқий режимларига мос келади.

Марказдан кочма тезланиш нолдан ϑ^2 / R гача тенг ўсадиган ўтиш эгри чизиғидан ўтиш вақти $t=\vartheta^2$ / (R J) ни ташкил этади, (бу ерда ϑ - автомобилнинг тезлиги, м/с). Бундан ўтиш эгри чизиғининг зарур узунлиги, м:

$$L = \vartheta t = \vartheta^3/(RJ)$$

ёки тезликни км/соат да ифодаласак, L, (м);

$$L = \frac{\vartheta^3}{47RJ} \qquad (4.18)$$

ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан пландаги эгри чизиқ радиуси 2000 м ва ундан кам бўлса, шунингдек кириш йўлларининг хамма тоифаларида эгри чизиқ радиуси 400 м ва ундан кам бўлса ўтиш эгри чизиғи қўлланилади.

Ўтиш эгрилари барча тоифадаги йўлларда радиуси 2000 м дан кам эгри чизиқли участкаларда қурилади:

Доиравий эгри чизиқларнинг радиуслари, м	30	60	100	200	300	500	600-1000	1000-2000
Ўтиш эгри чизиқларнинг узунлиги, м	30	40	50	70	90	110	120	100

Ўтиш эгри чизиқларнинг кўрсатилган узунликларини энг кам жоиз қийматлари деб қараш зарур. Ўтиш эгри чизиқларининг меъёрий узунлигини 1,5-2 марта ошириш мақсадга мувофиқдир, чунки бунда йўл трассаси анча равон кўринадиган бўлиб, эгри чизиқли участкада тезликни камайтирмасдан ўтишга ёрдам беради. Юқори тезликларда ўтишга мўлжалланган автомобил йўлларини лойиҳалашда ўтиш эгри чизиқлари кичик радиусли эгри чизиқнинг ёрдамчи элементидан йўл трассасининг пландаги ва профилдаги тўғри ва эгри чизиқли бўлимлари билан тенг аҳамиятли мустақил элементларига айланди (2.1. п. га қ.).

Ўтиш эгри чизиқларини режалаш учун баъзан эгри чизиқнинг равон ўзгариши талабларини қондирадиган бошқа эгри чизиқларнинг тенгламаларидан хам фойдаланилади. Клотоидалардан кейин кубик парабола ва Бернулли лемнискати энг кўп қўлланилади.

Кейинги йилларда бир қанча ғарбий европа мамлакатларида биквадрат параболасимон ўтиш чизиқлари қўлланмоқда, булар эгри участка бошида ва охирида кўндаланг тезланишнинг секинлашган ўзгаришини таъминлайди. Бизда ўтиш эгри чизиқларини клотоида бўйича режалаш энг кўп тарқалган (4.7 - расм, а).

Клотоидаларнинг тенгламаси тўғри бурчакли координаталар системасида қуйидаги кўринишга эга

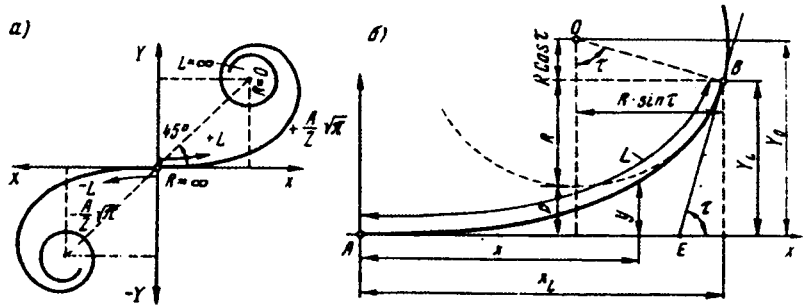
$$\left.\begin{aligned} x &= l - \frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4}; \\ y &= \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^3} + \frac{l^{11}}{42240C^5}, \end{aligned}\right\} \qquad (4.19)$$

Бу ерда C=RL; ℓ-эгри чизиқнинг x ва y координаталарга мос келадиган қисмининг узунлиги. x ва y учун қаторлар тез яқинлашади ва жадваллар тузишда одатда (4.19) тенгламанинг биринчи икки ҳадидан фойдаланилади.

Клотоида бўйича ўтиш эгри чизиқлари куйидаги хусусиятларда эга: клотоида билан доиравий эгри чизиқ туташган нуқтада клотоидага ўтказилган уринма ҳосил қиладиган τ бурчак (рад) (4.7 - расм, б), эгри чизиқ узунлиги L ва радиуси R билан тавсифланади:

$$\tau = L/(2R) = L^2/(2C)$$

$L_1 = KL_2$, $R_1 = KR_2$ ва $\sqrt{C_1} = K\sqrt{C^2}$ (бу ерда к - мутаносиблик коэффициенти) нисбатларга риоя қилинган клотоидалар геометрик ўхшашдирлар. Бу ҳол С=1 да («бирлик клотоида») ўтиш эгри чизиқларини режалаш учун жадваллар тузиб, улардан С нинг ҳар қандай қийматларида фойдаланиш учун принципиал имконият яратади, бунда тегишли нуқталарнинг абсциссалари ва ординаталирини $\sqrt{C}$ га кўпайтирилади.

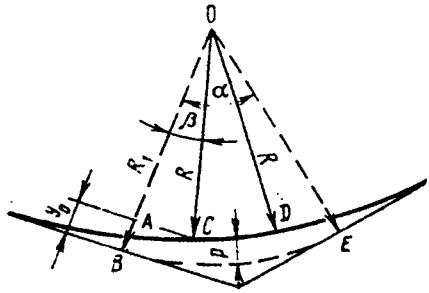


4.7 - расм. Клотоида бўйича ўтиш эгри чизиғи:
а - клотоида; б - трассанинг тўғри чизиқли қисмини доиравий эгри чизиқ билан клотоида воситасида туташтириш.

Ўтиш эгри чизиқлари киритилганда асосий эгри чизиқнинг узунлигини ВЕ дан СД гача қисқариши билан (4.8 - расм) у бурчак ичига силжийди. Бу ҳол эгри чизиқларнинг радиусларини белгилашда назарда тутилиши керак, чунки радиус R нинг ҳисобий қийматини сақлаб қолиш учун трасса R_1=R+p радиус била режаланиши керак (бу ерда p - доиравий эгри чизиқнинг силжиши). Радиус $R_1 = OA + AB = R\cos\beta + y_o$, бу ерда y_o - ўтиш эгри чизиғининг доиравий эгри чизиққа туташиш нуқтасидаги ординатаси; β=L/(2R), рад.

Бундан силжиш $p = R_1 - R = y_o - R(1 - \cos\beta)$.

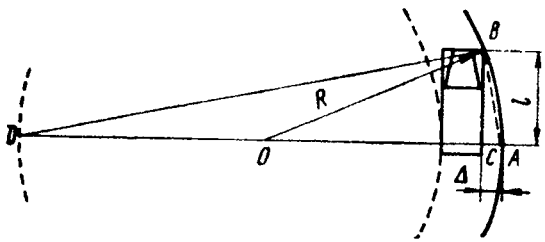
Асосий доиравий эгри чизиқнинг бир қисми бунда ўтиш эгри чизиғи билан алмаштирилади. 4.8 - расмга мувофиқ ўтиш эгри чизиғини $2\beta \le \alpha$ шарти бажарилган ҳолдагина режалаш мумкин. агар бу шартга риоя қилинмаса, ўтиш эгри чизиғининг узунлиги камайтирилиши ёки R радиус катталаштирилиши керак. Баъзан, агар силжиш 0,2 м дан кам бўлса, ўтиш эгри чизиқларини жорий этиш ортиқча иш деб ҳисоблайдилар.



4.8 - расм. Ўтиш эгри чизиқлари киритилганида асосий эгри чизиқнинг силжиши.

4.5. Эгри чизиқларда қатнов қисмини кенгайтириш

Автомобил бурилганида унинг ҳар қайси ғилдираги мустақил траектория бўйича ҳаракатланади, бунинг натижасида автомобил эгаллайдиган қатнов қисми полосасининг эни ортади (4.9 - расм.)



4.9 - расм. Эгри чизиқдаги ҳаракатланиш полосасининг энини аниқлашга оид схема.

Эгри чизиқ бўйича ҳаракатланиш шароитлари тўғри чизиқли участка бўйича ҳаракатланиш шароитларига ўхшаш бўлиши учун кичик радиусли эгри чизиқли участкаларнинг қатнов қисмини кенгайтириш керак. Автомобилнинг ҳаракат траекториясини эгри чизиқ чегарасида айланадан иборат деб фараз қилиб, эгри участкада битта ҳаракатланиш полосасини кенгайтириш учун тақрибий ифодани ҳосил қилиш мумкин.

АВС ва ВСД учбурчакнинг ўхшашлигидан

$$AC/BC=BC/CД \text{ ёки } AC(2R - AC)=\ell^2 \qquad (4.20)$$

Қавслар ичидаги АС нинг қиймати 2R дан кичик бўлгани учун уни ҳисобга олмасдан, битта ҳаракатланиш полосасининг зарур бўлган кенгайишини ҳосил қиламиз:

$$\Delta = AC = \ell^2/2R \qquad (4.21)$$

Эгри йўлни кенгайтириш учун ҳосил қилинган бу формула соф геометрик мулохазаларга асосланади ва автомобилнинг ҳаракатланиши вақтида ўрта траекториядан муқаррар четга чиқишларини ҳисобга олмайди. Шунинг учун бу ифода кичик ҳаракат тезликлари учун қулланилади. Катта тезликларда битта полосанинг кенгайишини ҳаракат тезлиги 9 нинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда каттароқ қилиб олиш тавсия этилади:

$$\Delta = l^2 / 2R + 0.05\vartheta / \sqrt{R} \qquad (4.22)$$

Автопоездлар анча кўп қатнайдиган йўллар учун кенгайишни аниқлаш бирмунча мураккабдир, бу йўлларда автопоезд эгаллайдиган полосанинг эни тиркамалар сонига қараб ортади. Одатдаги тиркаш қурилмаларида автопоезд умумий айланиш ўқи атрофида бурилган пайтда тиркамалар эгри чизиқ ичкарисига қараб силжийди.

Кичик радиусли бурилишларда полосанинг эни жуда кенгаяди. Узун ўлчамли юклар (ходалар, қувурлар) ни ташиш учун мўлжалланган тоғ ва саноат йўлларида баъзи ҳолларда йўл пойининг ўлчамларини ва кичик радиусли эгрилардаги қопламанинг энини алоҳида ҳисоблашлар билан асослаш зарур, бунда юкларнинг йўл пойи четидан чиқиб туриш ўлчамини назорат қилиш керак.

СНиП 2.05.02.-85 радиуси 1000 м дан кам эгри чизиқларда иккита ҳаракатланиш полосаси бўлган йўлни кенгайтириш ва айни вақтда автопоездларнинг жоиз узунлигини чеклаш кўзда тутилган. Қатнов қисмининг талаб этилган кенгайтирилиши эгри чизиқ радиуси 1000 м бўлганида 40 см ни ташкил этади, кичик радиусларда ҳисобий автопоездларнинг узунлигига қараб радиуси 95 м бўлган эгри чизиқларда 1,1 - 3 м гача ва серпантинларда 2,2 - 3,5 м гача ортади.

Эгри чизиқлардаги икки полосали йўлнинг қатнов қисмини тўла кенгайтириш қийматини 4.2. жадвалдан ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан олиш керак.

Қатнов қисми эгри чизиқнинг ичкарисидан йўл чети хисобига кенгайтирилади. Йўл четининг қолган қисми I ва II тоифали йўлларда камида 1,5 м ва қолган бошқа тоифали йўлларда 1 м ни ташкил этиши керак.

Эгри чизиқ чегарасида кенгайиш ўзгармас ўлчамли бўлади, кейин ўтиш эгри чизиғининг бутун узунлигида аста-секин камаяди.

Тоғ йўлларидаги кичик радиусли эгри чизиқларда кенгайишни истисно тариқасида йўлнинг ташқи четида жойлаштириш руҳсат этилади.

4.2-жадвал

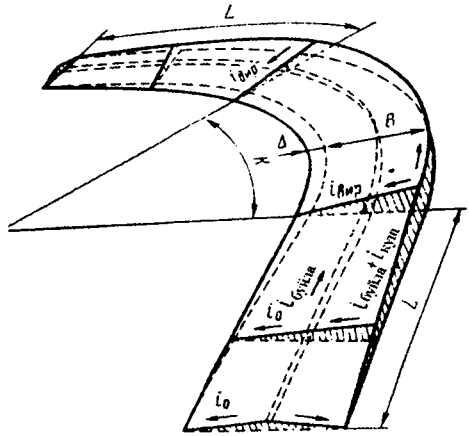
Пландаги эгри чизиқ радиуслари, м	Кенгайтириш қиймати, м.; автомобил ва автопоездлар учун Уларнинг олди бамперидан орқа ўқигача бўлган масофа, м.:			
	автомобиллар - 7 ва кичик автопоездлар - 11 ва кичик	13	15	18
1000	-	-	-	0,4
850	-	0,4	0,4	0,5
650	0,4	0,5	0,5	0,7
575	0,5	0,6	0,6	0,8
425	0,5	0,6	0,9	0,9
225	0,8	1,0	1,0	1,5
140	0,9	1,4	1,5	2,2
95	1,1	1,8	2,0	3,0
80	1,2	2,0	2,3	3,5
70	1,3	2,2	2,5	-
60	1,4	2,8	3,0	-
50	1,5	3,0	3,5	-
40	1,8	3,5	-	-
30	2,2	-	-	-

4.6. Виражлар

Кўпгина ҳолларда жой шароитлари - рельеф ёки қимматли иншоотлар мавжудлиги-ҳисобий радиусли эгри чизиқни жойлаштиришга имкон бермайди. Айниқса қарши полосадан юраётган автомобиллар учун ноқулай шароитлар вужудга келади, чунки қатнов қисми қиялигига параллел бўлган оғирликнинг ташкил этувчиси марказдан қочма кучнинг тегишли проекциясига қўшилади. Бундан ташқари,қарши ҳаракатланиш полосалари учун шиналарнинг ёнаки сурилиши катта бўлганлиги сабабли автомобилни бошқариш мураккаблашади. Бундай ҳолларда автомобилнинг турғунлигини ошириш ва ишончли бошқариш учун эгри участкаларда бир нишабли кўндаланг профил-вираж қурилади - қатнов қисми ва йўл ёқаси эгри чизиқ марказига қараб қиялантирилади (4.10 - расм).

Узоқ вақтларгача виражларга кичик радиусли эгри чизиқларда автомобилларнинг хавфсиз ҳаракатланиши учун зарур бўлган йўлнинг фақат қўшимча элементи сифатида қараб келинди.

Бироқ автомобил магистралларидан фойдаланиш тажрибалари шуни кўрсатдики, виражлар ҳайдовчиларга ижобий руҳий таъсир кўрсатади, эгри участкаларда тезликни ўринсиз пасайтирмасдан



4.10 - расм. Йўлнинг икки нишабли қатнов қисмида виражнинг схемаси: L - икки қияликдан бир қияликка ўтиш ва ўтиш эгри чизиғи; K - доиравий эгри чизиқ; B - қатнов қисмининг эни; Δ - қатнов қисмининг кенгайиши.

ишонч билан ўтиб кетишларига имкон беради. Виражлар бўлмаганида эгри чизиқли участкаларда тезлик камайтирилади. Шунинг учун I тоифали йўллардаги радиуси 3000 м дан кам бўлган барча эгри участкаларда, қолган тоифадаги йўлларда радиуси 2000 м бўлган эгри участкада виражлар қилинади.

Эгри чизиқнинг берилган R радиусида харакат тезлиги ϑ (м/с) ни таъминлаш учун виражнинг кўндаланг қиялиги (4-5) ифодани ўзгартириш йўли билан аниқланиши мумкин:

$$i_{пир} = \frac{\vartheta^2}{gR} - \mu = \frac{\vartheta^2}{gR} - \varphi_{II},$$

бу ерда φ_{II} - ғилдиракнинг йўл билан илашиш коэффициентининг фойдаланиладиган қисмининг ҳисобий қиймати; айни холда кўндаланг куч коэффициентини (4.2. п га қ.) аниқловчи асосий мезон сифатида автомобилнинг ёнаки сурилишга қарши турғунлиги қабул қилинади.

Вираждаги кўндаланг қияликнинг ҳисобий қийматлари кичик радиусли эгри чизиқларда юқори тезликларда ҳаракатланиш учун ортиқча катта бўлиши мумкин. Бундай виражлар, масалан, автомобил пойгалари учун мўлжалланган автодромларда қурилади.

Юқори тезликларда ҳаракатланишга мўлжалланган автомагистралларда виражларни лойиҳалашда кўндаланг кучнинг шинанинг қоплама сиртида ёнаки сурилишга қаршилиги билан автомобилнинг вираж бўйича юқорига кўтарилишига қаршилик ўртасида мутаносиб тақсимланиши тўғрисидаги турли фаразларга асосланилади.

Одатда, виражга автомобилга таъсир этувчи марказдан қочирма куч С нинг 1/3 - 1/4 қисмини бериш мумкин деб ҳисобланади. Унинг улушини умумий кўринишда 1/n деб белгилаймиз. Бу холда

$$i_{вир} = \frac{C}{nG} = \frac{\vartheta^2}{ngR} \qquad (4.23)$$

Шинанинг ёнаки сурилишга қаршилигига қуйидаги қолади:

$$\frac{(n-1)}{n}\frac{\vartheta^2}{gR} = \varphi_{II}$$

Кейинги ифодадан:

$$R = \frac{(n-1)}{n}\frac{\vartheta^2}{g\varphi_{II}}$$

R нинг топилган қийматини (4.23)ифодага қуйиб, ўзгартиришлардан кейин қуйидагини хосил қиламиз:

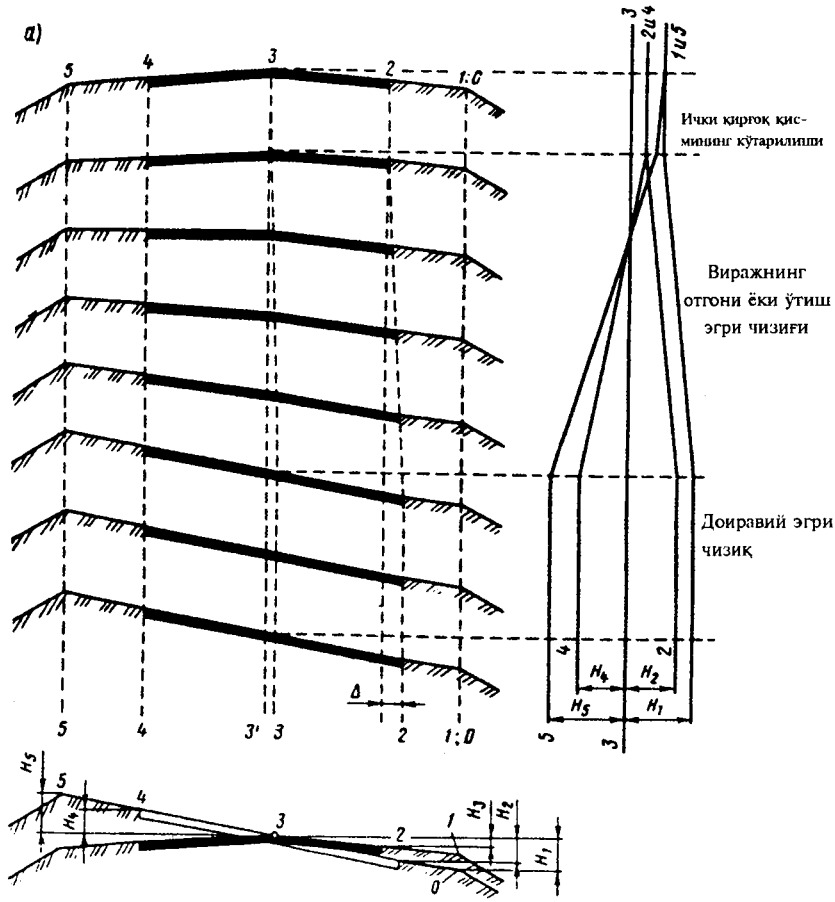
$$i_{вир} = \frac{\varphi_{II}}{n-1} \qquad (4.24)$$

φ_{II} = 0,18 ва n=4 да $i_{вир}$ = 0,06=60%$_0$

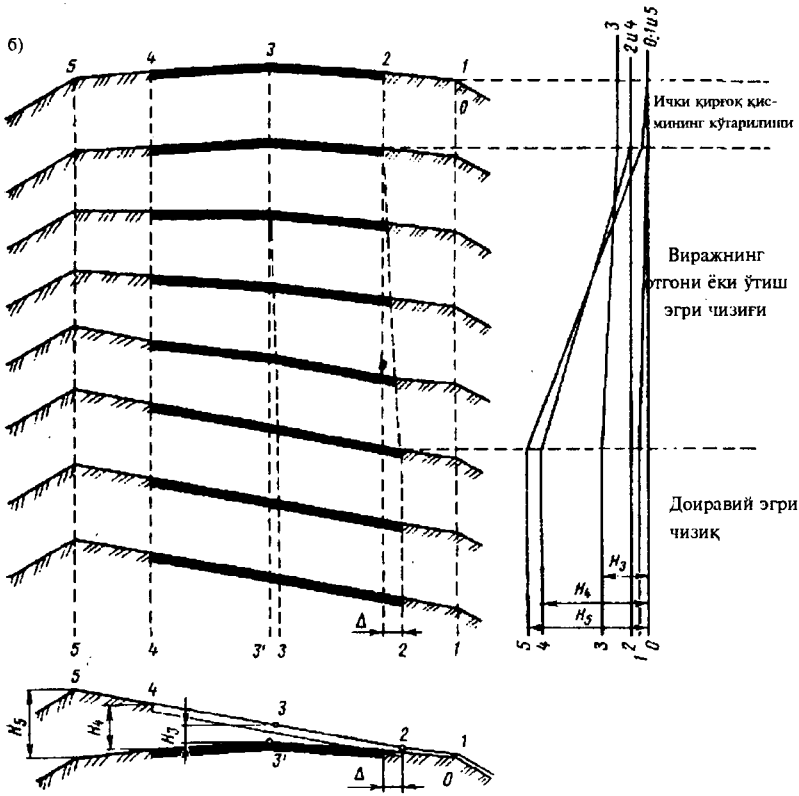
Амалдаги қурилиш меъёрлари ва қоидалари катта (2000 м ва ундан ортиқ) радиусли эгри чизиқларда виражнинг қиялигини радиуси 600 м бўлган эгри чизиқлардаги қатнов қисмининг кўндаланг қиялигига тенг қилиб ва бундан кам - 60 %$_0$ қилиб олишни кўзда тутади. Тез-тез туман босадиган ва яхвонлик узоқ давом этадиган ҳудудларда виражнинг қиялиги 40%$_0$дан ошмаслиги керак. Фақат қор қоплами унча узоқ турмайдиган ва яхвонлик онда-сонда бўлиб турадиган районларда вираждаги қатнов қисмининг кўндаланг қиялигини 100%$_0$ гача оширишга йўл қўйилади. Бироқ бундай тик виражлар ҳисобий тезликдан кам тезликда ҳаракатланаётган юк автомобиллари учун ноқулайдир.

Виражнинг кўндаланг қиялиги тўғри участкада қатнов қисмининг қиялигига тенг бўлганида бир нишабли профилга ўтиш учун қатнов қисмининг ташқи ярмини йўл ўқи атрофида аста-секин буриш керак. Вираж қиялиги йўлнинг қатнов қисмининг қиялигидан ортиқ бўлган ҳолларда виражни режалашда бир нишабли профилга ўтиш учун кўндаланг профилнинг ички яримини қопламанинг ички чети яқинида, ташқи ярмини эса қатнов қисмининг ўқи яқинида бир

вақтда буриш керак. Шу билан бир вақтда қатнов қисмининг ўқи ичкарига, яъни кенгайган қопламани ярмига силжийди (4.11 - расм).



4.11 - расм. Икки нишабли кўндаланг профилдан виражларда бир нишабли профилга ўтиш усуллари:
а - кўндаланг профил қатнов қисмининг ўқи атрофида бурилганида;



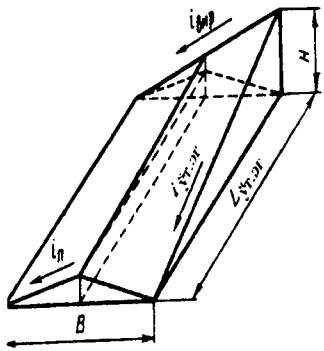
б - кўндаланг профил ички йўл чети ва қатнов қисмининг ўртаси атрофида бурилганида;

1...5 - кўндаланг профил характерли нуқталарининг белгилари

Виражлардаги йўл ёқасининг кўндаланг қиялиги йўлнинг қатнов қисмининг қиялигига тенг қилиб олинади ва уларни мустаҳкамлаш кўзда тутилади. Йўл ёқасининг қиялиги вираж бошланишидан олдин 10 м узунликда ўзгартирилади. Хавфсиз ҳаракатланиш учун ташқи йўл ёқасининг қиялиги йўлнинг қатнов қисми қиялиги билан бир томонга қиялантирилиши керак. Бу холда ғилдирак тасодифан йўл четига ўтиб кетганида автомобилга таъсир этувчи кундаланг куч ўзгармайди. Бироқ йўл ёқаси мустаҳкамланмаганда ёғингарчилик вақтида қатнов қисмига лойқа оқиб тушиб, кўндаланг илашиш коэффициентини камайтиради. Шунинг учун мустаҳкамланмаган йўл

ёқаларига эгри чизиқнинг марказидан тескари қиялик беришга мажбур бўлинади.

Йўлнинг тўғри участкасида қатнов қисмининг икки нишабли кўндаланг профилидан вираждаги бир нишабли профилга равонлик билан амалга ошириладиган ўтиш жойи эгри чизиғининг узунлигига ўтиш эгриси (отгон виража) дейилади (4.12 - расм).



4.12 - расм. Ўтиш эгри чизиғи узунлигини аниқлашга оид схема.

Бу участканинг узунлиги жуда қисқа бўлмаслиги керак, акс ҳолда автомобил кўндаланг профили ўзгарувчи йўлда катта тезликда ҳаракатланганида йўловчи учун ёқимсиз бўлган ёнаки чайқалиш содир бўлади. Утиш эгри чизиғининг керакли қисқа узунлиги ўтиш эгри чизиғининг узунлигидан кам бўлмаслиги керак, унинг узунлиги виражни қуришда қатнов қисмининг ташқи четидан (кромка) уни кўтариш натижасида ҳосил бўладиган қўшимча қиялик асосида аниқланади. Агар йўл ўқининг бўйлама қиялиги i_δ бўлса, у холда қатнов қисми четининг умумий қиялиги ўтиш эгри чизиғи узунлигида қуйидагига тенг бўлади:

$$i_{отг} = i_{бўй} + \frac{Bi_{кун}}{L} = i_{бўй} + i_{куш} \qquad (4.26)$$

бу ерда В - қатнов қисмининг эни; L - ўтиш эгри чизиғининг узунлиги; $i_{кун}$ - қопламанинг кўндаланг қиялиги.

Ўтиш эгри чизиғининг энг кам узунлиги 4.12 - расмга мувофиқ:

$$L_{отг} = Bi_{вир} / i_{куш}$$

Қатнов қисмининг чети бўйича ўлчанган умумий қиялик ўтиш жойи эгриси узунлигида шу йўл учун истисно холларида рухсат этиладиган қияликдан ортиб кетмаслиги керак.

Ўтиш жойи эгри чизиғи узунлигида қўшимча бўйлама нишаб I ва II тоифали йўллар учун кўпи билан 5‰, қолган йўллар учун 10‰ (текис ва ўнқир-чўнқир жойларда), тоғлик жойларида 20‰ қабул қилинади.

ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан вираждаги қатнов қисмининг кўндаланг нишаблиги пландаги эгри чизиқ радиусига кўра белгиланади (4.3 - жадвал).

4.3-жадвал

Пландаги эгри чизиқ радиуслари, м	Вираждаги қатнов қисмининг кўндаланг нишаблиги, ‰.		
	Асосий, энг кўп тарқалган		Тез-тез яхмалак бўлиб турадиган минтақаларда
	I-V тоифали йўлларда	Ишлаб чиқариш корхоналарига келиш йўлларида	
I тоифали йўл учун 3000 дан 1000 гача	20-30	--	20-30
II-IV тоифали йўллар учун: 2000 дан 1000 гача	20-30	--	20-30
1000 дан 800 гача	30-40	--	20-40
800 -\- 700 -\-	30-40	20	30-40
700 -\- 650 -\-	40-50	20	40
650 -\- 600 -\-	50-60	20	40
600 -\- 500 -\-	60	20-30	40
500 -\- 450 -\-	60	30-40	40
450 -\- 400 -\-	60	40-60	40
400 ва ундан кам	60	60	40

Изоҳ: Вираждаги кўндаланг нишабликларнинг кичик қийматлари эгри (ёй) нинг катта радиусига мос келади ва аксинча.

4.7 Йўллардаги кўринишликка қўйиладиган талаблар

Тўғри горизонтал участкада ҳайдовчи ўз олдидаги йўлни ўзоқ масофада кўради. Пландаги йўлнинг эгри қисмларида ва бўйлама профилнинг синган жойларида йўлнинг кўринадиган қисми анча камаяди. Бундай жойларда лойиҳалаш вақтида ҳисобий кўринишлик махсус таъминланган бўлиши керак, бу шундай масофаки, ҳайдовчи шу масофадан ўз олдидаги йўлни кўриши, бирор тўсиқни кўриб, унинг хавфсизлигини онглаб етиши ва уни айланиб ўтишга ёки тормоз бериб тўхтатишга улгириши керак.

Йўлларни лойихалаш назариясидан кўринишликнинг кўпгина схемалари таклиф қилинган бўлиб, улар автомобилларнинг харакатланиш шароитларини шунингдек, йўлда автомобилларнинг ва тўсиқларнинг жойлашувини хисобга олади. Бу схемаларни икки

асосий гурухга бўлиш мумкин: автомобилни тўсиқ олдида ёки рўпарадан келаётган автомобил олдида тўхтатишни кўзда тутадиган схемалар;автомобилнинг кўшни харакатланиш полосасига кириб, тўсиқни айланиб ўтишидан ёки йўлакай автомобилни қувиб ўтишда келиб чиқадиган схемалар.

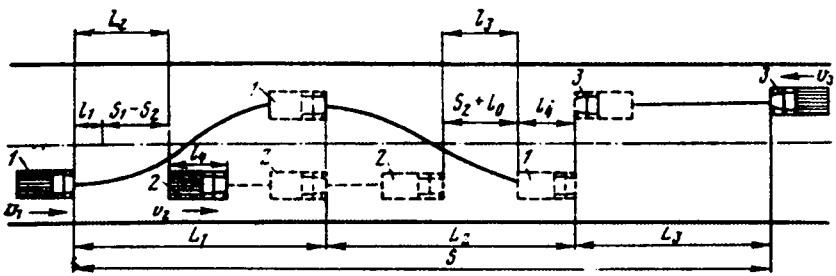
Биринчи ҳолда ҳайдовчи автомобилни тўхтата оладиган масофани (метр ҳисобида) аниқлаш формуласидан фойдаланилади:

$$S = \frac{\vartheta}{3.6} + \frac{K_э \vartheta^2}{254(\varphi_б \pm i + j)} + i_0, \qquad (4.27)$$

бу ерда ϑ - тезлик, км/соат.

Бошланғич шартларга кўра автомобилни тўсиқ олдида тўхтатиш ёки икки автомобилнинг битта полосада рўпара ҳаракатланиши кўриб чиқилиши мумкин. Кейинги ҳолда кўриниш масофаси икки автомобилнинг тормозланиш йўллари ва улар орасидаги хавфсизлик оралиқлари йиғиндисидан ташкил топади.

Кўринишни қувиб ўтиш шартидан ҳисоблаш усуллари кичик тезликда харакатланаётган автомобилни тезкор ҳаракатланаётган автомобил қувиб ўтиши зарур бўлган йўлни аниқлашга асосланган, лекин бу усулларда автомобилларнинг ҳаракат режимлари ва траекториялари тўғрисида қатор тахминлар бор. Амалда қувиб ўтишда ҳаракатланиш тартиблари кўпгина омилларга боғлиқ. Шунинг учун етарлича оддий ва ишончлилик захирасини таъминлайдиган усуллардан, масалан, проф. М.С. Замахаев таклиф қилган схемадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ (4.13 - расм) бўлиб, у қувиб ўтишда қуйидаги ҳаракатланиш жараёнини кўзда тутади.



4.13 - расм. Ўтиш эгри чизиғида кўриниш масофасини аниқлашга оид схема.

Бу схема бўйича қувиб ўтувчи автомобил 1 қувиб ўтилаётган автомобил 2 га уларни тормозланиш йўллари айирмаси (S_1-S_2) билан

ҳайдовчи қувиб ўтишга қарор қилган пайтдан бошлаб ўтилган йўл ℓ_1 йиғинлисига тенг масофага яқинлашган пайт қувиб ўтишнинг бошланиш пайти деб хисобланади. Тормозлаш жараёнига ўхшаш бу вақтни 1 с га тенг деб қабул қилиш мумкин. Шу давр ичида автомобил ℓ масофани ўтади. Шунинг учун рўпара харакат полосасига кириш қувиб ўтилаётган автомобилдан қуйидаги масофада бошланади:

$$l_2 = l_1 + (S_1 - S_2) = l_1 + \frac{K_э(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2)}{2g\varphi_\delta},$$

бу ерда ϑ_2 - олдинги автомобилнинг тезлиги, м/с; ϑ_1 - кейинги автомобилнинг тезлиги, м/с; φ_δ - бўйлама илашиш коэффициенти; $K_э$ - тормозлардан фойдаланиш холати коэффициенти, у хар икки автомобил учун бир хил қилиб олинади.

Автомобиллар тезликларининг айирмаси (ϑ_1 - ϑ_2) бўлганида орқадаги автомобил олдинги автомобилга етиб олиб, у билан тенглашгунча қуйидаги йўлни ўтади:

$$L_1 = \frac{(l_1 + l_4)\vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2} = \frac{\vartheta_1^2}{\vartheta_1 - \vartheta_2} + \frac{K_э\vartheta_1(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{2g\varphi_\delta}$$

бу ерда ℓ_4 - автомобилнинг узунлиги.

Орқадаги автомобил қувиб ўтилаётган автомобил билан тенглашганидан кейин ўзининг ҳаракат полосасига қайтиши керак. Хавфсизлик нуқтаи назаридан у бунинг учун қувиб ўтилаётган автомобилдан унинг тормозланиш йўли S_2 га (маълум хавфсизлик масофаси ℓ_o=5-10 м га оширилган) ва автомобилнинг узунлиги ℓ_4 га тенг масофага ўзиб ўтиши керак. Бунда

$$l_3 = \frac{K_э\vartheta_2^2}{2g\varphi_\delta} + l_0$$

Бундан қувиб тенглашган автомобил 1 нинг ўз ҳаракат полосасига қайтишигача босиб ўтган йўли

$$L_2 = \frac{(l_3 + l_4)\vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2} = \left(K_э\frac{\vartheta_2^2}{2g\varphi_\delta} + l_o + l_1\right)\frac{\vartheta_1}{\vartheta_1 - \vartheta_2}$$

Рўпара ҳаракатланиш полосасига чиқиб қувиб ўтадиган автомобил рўпарадан ϑ_3 тезлик билан келаётган автомобил 3 билан учрашиш пайтигача ўз полосасига қайтиши лозим. Автомобил 3 қувиб ўтиш даврида қуйидаги йўлни босиб ўтади:

$$L_3 = \frac{L_1 + L_2}{\vartheta_1}\vartheta_3 \qquad (4.28)$$

Қувиб ўтиш шартига асосан қаршидан келаётган автомобилнинг кўриниш масофаси:

$$S_{к.ут.} = L_1 + L_2 + L_3 = \left(l_o + l_1 + 2l_4 + \frac{K_э \vartheta_1^2}{2g\varphi_б} \right) \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{\vartheta_1 - \vartheta_2} \qquad (4.29)$$

Кўриниш масофасини хисоблашда ҳайдовчининг кўзи ҳаракатланиш полосасининг ўртасида қоплама сиртидан 1,2 м масофада жойлашади, йўлдаги тўсиқнинг баландлиги 0,2 м деган фикр юритилади. Бу шартлар учун кўринишнинг зарур масофаси 4.4 - жадвалда келтирилган.

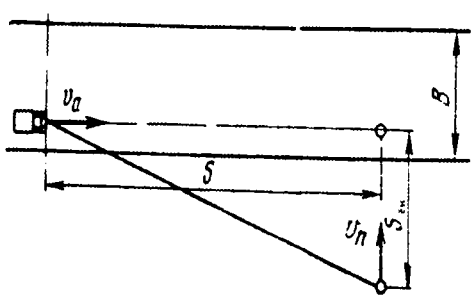
Кўпчилик мамлакатларда ҳам кўриниш масофаси 200-300 м қабул қилинган. Лекин катта магистрал йўлларда хавфсизликни таъминлаш учун бу масофа 600-750 м олинади.

4.4. жадвал.

Кўринишликнинг ҳисобий схемаси	Ҳисобий тезликлар (км/соат) қуйидагича бўлганида кўринишнинг энг кам масофаси							
	150	120	100	80	60	50	40	30
Йўлдаги тўсиқ	300	250	200	150	85	75	55	45
Рўпарадан келаётган автомобил	-	450	350	250	170	130	110	90

Қурилиш тиғиз жойлашган жойлардаги йўллар учун, айниқса, шаҳар шароитларида, шунингдек, автомобил йўллари ва темир йўллар бир сатҳда кесишган жойларда хавфсиз ҳаракатни таъминлаш йўл ёнидаги полосанинг ён томондан етарли аниқ кўринишни талаб этади. Автомобил ҳайдовчиси ховлидан ёки йўлкадан югуриб чиққан болани, бир сатҳда кесишган жойларда яқинлашаётган автомобил ёки поездни олдиндан кўриш ва тўхташга улгуриш имкониятига эга бўлиши керак.

Ёндан кўринишликнинг энг кам зарур масофаси (4.14 - расм):



4.14 - расм. Ёндан кўриниш масофасини аниқлашга оид схема:
В - қатнов қисмининг эни.

$$S_{ён} = \frac{\vartheta_п}{\vartheta_а} S \qquad (4.30)$$

бу ерда $\vartheta_а$ - автомобилнинг хисобий тезлиги; $\vartheta_п$ - пиёда йўловчининг ёки кесишган йўлларда транспорт воситасининг харакатланиш тезлиги; югураётган одам учун 10 км/соат деб қабул қилиш мумкин; S - тўсиқ олдида тўхташ шартига асосланган ҳисобий кўриниш масофаси (4.27 - тенгламага қ.).

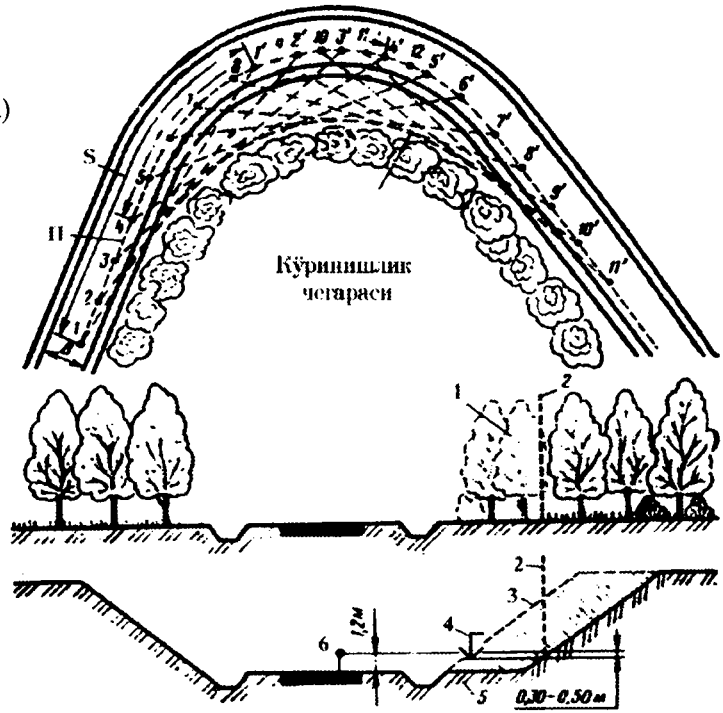
Меъёрий хужжатлар қатнов қисмининг четидан ҳисобланган ёнаки кўриниш масофасининг I-III тоифа йўлларда 25 м, IV ва V тоифа йўлларда эса 15 м бўлишини талаб қилади.

4.8. Пландаги эгриларда кўринишликни таъминлаш

Пландаги эгриларда кўринишлик ички четки ҳаракат полосаси бўйлаб ҳаракатланаётган автомобил учун текширилади. Бунда хайдовчининг кўзи ҳаракат полосасининг ўртасида ва 1,2 м баландликда жойлашган деб қабул қилинади. Кўринишлик деганда автомобил йўлда босиб ўтган йўл узунлиги тушунилади. Шунинг учун кўриниш масофаси автомобилнинг харакат траекторияси бўйлаб ўлчанади.

Пландаги кўринишликнинг тўлиқ математик тахлили (В.И. Ксеноходов, А.А. Белятинский) автомобил ўтиш эгри чизиқлари ва кенгайишлари бор бўлган доиравий эгри йўлда ҳаракатланганда ҳайдовчининг кўз нурлари тизимини қамраб олувчи эгри чизиқ тенгламасини тадқиқ қилишга асосланган. Амалда кўринишлик зонасида тўсиқларнинг кесилиш чегараларини куриш учун кўпинча график усулдан фойдаланилади. Йирик масштабда чизилган думалоқланишлар планида (4.15 - расм) автомобилнинг ҳаракат траекториясида бир қанча нуқталар белгиланиб, улардан кўринишлик масофаси олиб қўйилади. Сўнгра бу кесмаларнинг учлари тўғри чизиқлар билан бирлаштирилади. Бу чизиқларни қамровчи эгри чизиқ кўринишлик чегарасини белгилайди. Ўйма жойларда кесилиш сатҳини белгилаганда, уларнинг кейинчалик ўт-ўлан билан қопланишини ва қор тушишини назарда тутиш керак. Ўйма жойларда кесилишларни йўл сирти сатҳигача етқазиш мақсадга мувофиқ.

Планда йўлнинг кўринишлиги таъминланганлигини текшириш ва кўриниш зонасининг чегараларини қуришни соддалаштириш учун кесилиш ўлчамини эгри чизиқ ўртасида биссектриса бўйлаб белгилаш билан чекланиш мумкин. Эгри чизиқнинг узунлиги К зарур кўриниш масофаси S дан кам бўлган ҳолни кўриб чиқамиз.



4.15 - расм. Пландаги эгриларда кўринишликни аниқлашга оид схема:

а - кўринишликнинг кесилиш чегарасини график ясаш; б - ўрмонни есиш чегараси; в - ўймадаги кесилиш чегараси; В - қатнов қисмининг и; П - автомобил ҳаракатланадиган полоса; 1 - ўрмонда кўринишликни таъминлаш учун тозаланадиган жой; 2 - кўринишлик масофасининг гараси; 3 - ўймадаги кесилиш; 4 - энг кам зарур кесилиш сатҳи; 5 - энг мақсадга мувофиқ кесилиш сатҳи; 6 - ҳайдовчи кўзларининг вазияти.

6 - расмга мувофиқ зарур кесилиш:

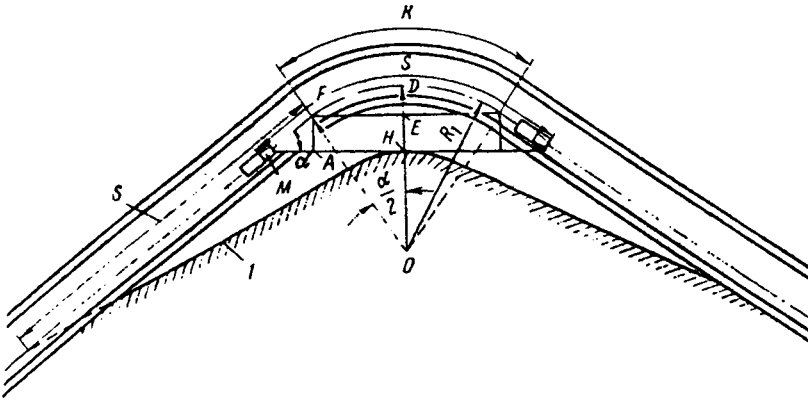
$$\delta = \overline{DE} + \overline{EH}$$

$$\delta = \overline{DE} + \overline{EH}$$

Бу ифодада $\overline{DE} = R_1 - \overline{OE}$ (R_1 - автомобил траекториясининг иуси). Бироқ $\overline{OE} = R_1 \cos\frac{\alpha}{2}$ (α - эгри чизиқнинг марказий бурчаги).

Бундан: $\overline{DE} = R_1\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$;

$$\overline{EH} = \overline{AF} = \overline{FM}\sin\frac{\alpha}{2};$$



4.16 - расм. Кўринишликни аниқлашга оид схема:
1 - кўринишликнинг тахминий кесилиш чегараси.

бироқ $$\overline{FM} = \frac{1}{2}(S-K) = \frac{1}{2}\left(S - \frac{\pi R\alpha}{180^0}\right)$$

бундан $$\overline{EH} = \overline{AF} = \frac{1}{2}\left(S - \frac{\pi R\alpha}{180^0}\right)\sin\frac{\alpha}{2}$$

Кесилишнинг умумий эни

$$\delta = R_1\left(1-\cos\frac{\alpha}{2}\right) + \frac{1}{2}\left(S - \frac{\pi R\alpha}{180^0}\right)\sin\frac{\alpha}{2} \qquad (4.31)$$

Хусусий ҳолда, яъни K > S бўлганда, (4.31) ифода соддалаша ва қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\delta = R_1\left(1-\cos\frac{\alpha_1}{2}\right), \qquad (4.32)$$

бу ерда α_1 - айлана ёйини тортиб турувчи бурчак бўлиб, кўрин масофасига тенг, град:

$$\alpha_1 = \frac{S\cdot 180^0}{\pi R_1}$$

Ҳар икки ҳолда эгри чизиқ чегараларида кесилиш катталиги доимий деб қабул қилиш ва кесилиш чегарасини концентрик айла бўйича ўтқазиш мумкин. Кесилиш тўғри чизиқда ёки ўтиш эг чизиғида эгри чизиқнинг бошидан ёки охиридан кўриниш масофа S да бошланиши керак.

Агар кўринишлик остидан транспорт қатнайдиган кўприк равоқлари ёки йўл ўтказгичларнинг таянчлари билан чекланса, кўринишликни таъминлаш учун эгри чизиқни йўқотиб ёки унинг радиусини анча катталиштириб, йўлни қайта ўтказиш керак.

5-боб
БЎЙЛАМА ВА КЎНДАЛАНГ ПРОФИЛЛАРДА ЙЎЛ ЭЛЕМЕНТЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

5.1. Йўлларда бўйлама нишабларни меъёрлаш

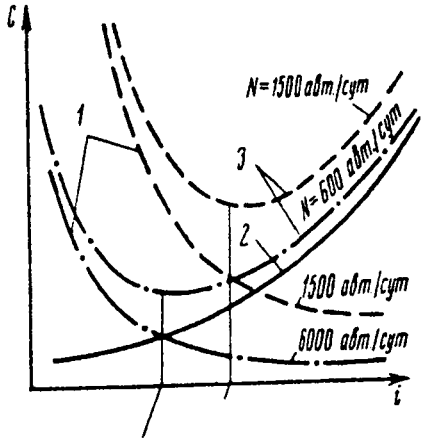
Йўлларни лойихалаш техник шартларини ишлаб чиқишда ва чегаравий бўйлама нишабларни меъёрлашда йўллардаги ҳаракат оқимининг турли типдаги хар хил даражада юкланган ва техник ҳолати турлича бўлган автомобиллардан ташкил топишини назарда тутиш керак. Транспорт оқимларининг таркиби йўлнинг хизмат жараёнида ўзгариши мумкин. Шунинг учун ҳисобий қабул қилинган бирор турдаги автомобилнинг конкрет динамик характеристикаларига асосланиб йўллардаги бўйлама нишабларга қўйиладиган талабларни фақат чекланган холларда, масалан, конларда фойдали қазилмаларни очиқ усулда қазиб олишда меъёрлаш мумкин, чунки бунда фойдаланиладиган автомобилларнинг турлари маълум бўлади.

Умум фойдаланиладиган автомобил йўллари учун техник шартларни ишлаб чиқишда халқ хўжалиги учун жами харажатларнинг энг кам бўлишидан келиб чиқилади, бунда нишабларнинг йўлларни қуриш қийматига ва автомобил транспортининг фойдаланиш кўрсаткичлари - ҳаракатланиш тезлиги, ёнилғи сарфи ва юк кўтарувчанлигидан фойдаланишга таъсири биргаликда баҳоланади.

Аслини олганда бўйлама нишабликларни меъёрлашга ёндашиш қўйидагилардан иборат.

Бўйлама нишабликлари турлича бўлган кўтарилишнинг бирор участкасини босиб ўтишда қурилиш қийматига асосан ер қазиш ишлари хажми таъсир этади, бўйлама нишаблик қанча кам қилиб қабул қилинса, бу қиймат шунча катта бўлади. Қурилиш учун кетган харажатлар қопланадиган муддат мобайнида ўтган автомобилга келтирилган қурилиш қиймати (қопланишнинг директив муддати, ушбу дарсликнинг 2 - қисмига қ.) гиперболик эгри чизиқли бўйлама нишабликнинг қийматига боғлиқ ҳолда белгиланади (5.1 - расм). Ҳаракат жадаллиги қанча катта бўлса, бир автомобилга келтирилган қурилиш сарфлари шунча кам бўлади.

Автомобил транспортининг битта автомобил ўтиши учун фойдаланиш харажатлари, аксинча, бўйлама нишаблик ортиши билан ўсади (графикдаги туташ чизиқ), қурилиш харажатларининг қабул қилинган қопланиш муддатига қараб ўзгармайди.



5.1 - расм. Бўйлама нишаблик қийматларини асослашга оид схема: 1 - харажатларнинг қопланиш муддатида битта автомобилга тўғри келадиган қурилиш харажатлари; 2 - битта автомобилга тўғри келадиган фойдаланиш харажатлари; 3 - харажатларнинг қопланиш муддатида битта автомобилга тўғри келадиган жами харажатлар.

Бўйлама нишабликнинг мақбул қиймати жами харажатларнинг энг кам миқдорига мос келади. Ҳисобий ҳаракат жадаллиги қанча юқори бўлса, бу қиймат шунча кам бўлади.

ҚМҚ 2.05.02-95 ва ҚМҚ 2.05.11-95 да ҳар ҳил ҳисобий тезликлар учун қуйидаги энг катта рухсат этилган бўйлама нишаблик тавсия этилган.

Ҳисобий тезлик, км/соат	150	120	100	80	60	50	40	30
Бўйлама нишаблик, %о	30	40	50	60	70	80 (70)	90 (80)	100 (90)

Эслатма: Нишабликларнинг қавслар ичидаги қиймати ички хўжалик йўлларидаги меъёрларга тўғри келади.

Агар қурилиш қийматининг ҳаддан ташқари қимматлашиб кетиши билан боғлиқ бўлмаса, барча тоифадаги йўлларни 30%о дан ошмайдиган нишабликлар билан лойиҳалаш тавсия этилади.

Тоғли жойларнинг ўта қийин шароитларида денгиз сатҳидан 3000 м пастда узунлиги 500 м гача бўлган участкаларда бўйлама нишабликни келтирилган меъёрларга нисбатан кўпи билан 20% га оширишга рухсат берилади, бироқ бунда қурилиш харажатлари анча камаядиган бўлиши керак. Бироқ бундай истисно нисбатан қулай рельефли жойлардан ўтадиган йўлнинг қисқа қийин участкаларида қўлланганда йўлларнинг транспорт-фойдаланиш характеристикалари ёмонлашади ва унда ҳаракатланиш учун ноқулай ва хавфли участкалар ҳосил бўлади. Шунинг учун бўйлама нишабликларни катталаштириш жуда тик нишабларга эга бўлган тоғли жойлардагина

ўзини оқлайди, чунки бундай йўлда тезликлар унча катта бўлмайди. Кўтарилиш узунлиги қанча катта бўлса, бўйлама нишабликларнинг автомобил ҳаракатига таъсири шунча кучлироқ бўлади.

Т.ф.д. В.В. Сильяновнинг тадқиқотлари асосида текислик ва тепалик жойларда нишабликлари турлича бўлган участкаларнинг қуйидаги чегаравий узунликларини тавсия этиш мумкин:

Нишаблик, %o	20	30	40	60	70	80	90	100
Кўтарилишнинг чегаравий узунлиги, м	2000	1200	600	400	250	200	150	150

5.2. Вертикал эгриликлар

Автомобил йўлларидаги вертикал эгриликлар қуйидаги квадратик парабола тенгламаси бўйича қурилади:

$$y = \pm\frac{x^2}{2R}, \qquad (5.1.)$$

бу ерда R - эгриликнинг учида жойлашган координата бошида эгрилик радиуси. «+» ишораси қаварик эгриликларга, «-» белгиси ботиқ эгриликларга қуйилади.

Автомобил йўлларидаги вертикал эгриликларнинг радиуслари катта бўлганлигидан x абсциссани эгрилик участкасининг узунлиги ℓ га тенг олиш мумкин.

Вертикал эгриликнинг бирор А нуқтасидаги нишаб унинг учидан ℓ_A масофада қуйидагига тенг

$$i_A = \frac{dy}{dx} = \frac{x}{R} \approx \frac{l_A}{R}, \qquad (5.2.)$$

Бу тақрибий боғланиш эгриликка ўтказилган ўринмалар нишабларини унинг бошқа элементлари билан боғловчи бир неча формулаларни олишга имкон беради (5.2 - расм):

эгриликнинг учидан i_A нишабли А нуқтагача бўлган масофа.

$$\ell_A = R\ell_A; \qquad (5.3.)$$

эгриликнинг i_A ва i_B нишабларга эга бўлган А ва В нуқталари орасидаги масофа

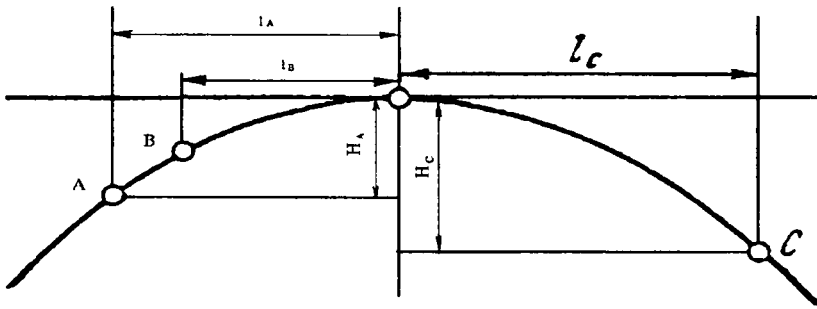
$$l = l_A - l_B = R(i_A - i_B); \qquad (5.4.)$$

нишаби i_c бўлган С нуқта ва эгрилик чўққиси ўртасидаги фарқ

$$H_C = \frac{l_C^2}{2R} = \frac{(Ric)^2}{2R} = \frac{i_C^2 R}{2} \qquad (5.5.)$$

Нишабликлари i_A ва i_C бўлган нуқталар баландликларининг айирмаси

$$\Delta H = H_C - H_A = \frac{1}{2R}\left(i_C^2 - i_A^2\right) \qquad (5.6.)$$



5.2 - расм. Автомобил йўлларида вертикал эгриликлар элементларини аниқлашга оид схема.

Доиравий қаварик киргизмаларнинг радиуслари автомобил хайдовчисининг йўл сиртини ҳисобий кўриш масофасини таъминлаш шартидан аниқланади. Бунинг учун зарур бўлган вертикал эгрилигарнинг радиусларига автомобилнинг бошқарилувчанлигига ва турғунлигига таъсир этувчи, эгриликдан ўтишда ҳосил бўладиган ва автомобилнинг илашиш оғирлигини камайтирадиган марказдан кочма кучнинг салбий таъсири унча катта бўлмайди.

Ҳисоблаш оддий геометрик муносабатлардан келиб чиқади (5.3 - расм). h_1 - ҳайдовчи кўзининг йўл сиртидан баландликка туриши, h_2 кўриниши таъминланиши зарур бўлган тўсиқнинг баландлиги бўлсин. Қаварик эгриликда кўриниш масофаси икки кесмадан: ℓ_1 ва ℓ_2 дан иборат бўлади.

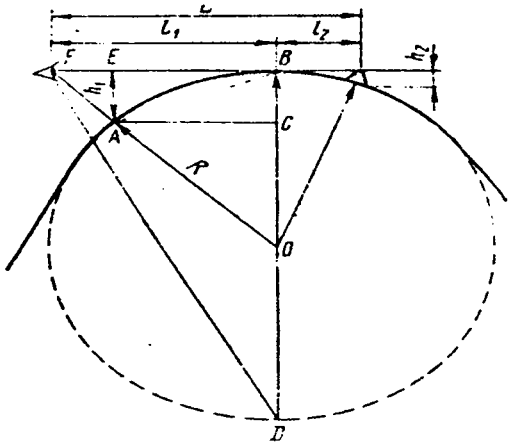
ABC ва ACD учбурчакнинг ўхшашлигидан, h_1 га нисбатан R нинг ўлчами катта бўлганлигидан AE=AF=h_1 деб қабул қилиб, $l_1 = \sqrt{2h_1R}$ ни ва шу тарзда $l_2 = \sqrt{2h_2R}$ ни ҳосил қиламиз.

Бинобарин, ҳисобий кўриниш масофаси:

$$L = l_1 + l_2 = \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)\sqrt{2R}, \qquad (5.7.)$$

бундан

$$R = \frac{L^2}{2\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}$$



5.3 - расм. Кўринишлик шарти бўйича вертикал қавариқ эгрилик радиусини ҳисоблашга оид схема.

Иккита бир хил турдаги автомобиллар учрашадиган хол учун, хайдовчи кўзларининг сатҳи билан автомобил баландлиги орасидаги фарқни ҳисобга олмай, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$R = L^2/8h_1 \qquad (5.8.)$$

Йўл сиртини кўринишликка хисоблашда h_2=0 ва, бинобарин,

$$R = L^2/2h_1 \qquad (5.9.)$$

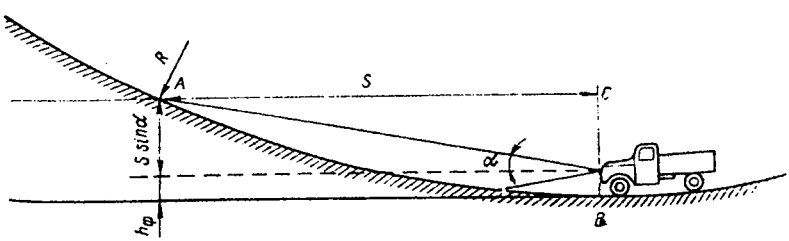
Ботиқ эгриликларнинг радиуслари йўловчиларнинг ўзини ёмон сезмаслиги ва рессораларнинг ортиқча юкланмаслиги учун йўл қўйиладиган марказдан қочма кучнинг қийматига кўра аниқланади.

Марказдан қочма жоиз тезланиш b (м/с^2 да) бўлганида:

$$\vartheta^2 / R = b \text{ бундан } R = \vartheta^2 / b \qquad (5.10)$$

Вертикал эгриликларни лойиҳалаш меъёрларини ишлаб чиқишда b=0,5-0,7 м/с^2 деб қабул қилинади.

Кичик радиусли ботиқ эгриликлар тунда харакатланиш учун ноқулай, чунки чироқлар автомобил яқинидаги қоплама сиртини ҳисобий кўринишликдан кам масофада ёритади. Ботиқ вертикал эгриликларнинг фаралар (чироқлар) ёруғлигида кўринишликни таъминлаш учун зарур бўлган радиуслари қуйидаги мулоҳазалардан келиб чиқиб аниқланади.



5.4 - расм. Фаралар ёруғида ботиқ эгри чизиқнинг кўринишлиги.

5.4 - расмга мувофиқ чироқлар нурларининг вертикал текисликда тарқалиш бурчаги 2α бўлганида йўлнинг қатнов қисмининг ёритилган участкасининг юқориги чегараси координаталар бошидан қўйидаги баландликда бўлади:

$$H = h_{\phi} + S\sin\alpha \qquad (5.11)$$

бу ерда h_{ϕ} - фара марказининг йўл сиртидан баландлиги;

S - ҳисобий кўриниш масофаси.

Ватар ва радиусни боғловчи геометрик қонуниятларга кўра

$$\overline{AC} = 2R \cdot \overline{CB} \text{ ёки } S^2 = 2R\left(h_{\phi} + S\sin\alpha\right)$$

Бундан

$$R = \frac{S^2}{2\left(h_{\phi} + S\sin\alpha\right)}$$

α бурчак кичик бўлганлигидан

$$R = S^2 / 2h_{\phi}$$

деб қабул қилиш мумкин.

Агар маҳаллий шароитлар имкон берса ва йўл қурилиши қимматга тушмайдиган бўлса, вертикал қаварик эгриликлар радиусини 70 000 м (эгриликнинг узунлиги 300 м дан ортиқ) ва ботиқ эгриликларнинг радиусини 8000 м (эгрининг узунлиги камида 100 м) қилиб олиш керак.

5.3. Йўл қатнов қисми ва ёқасининг кенглиги

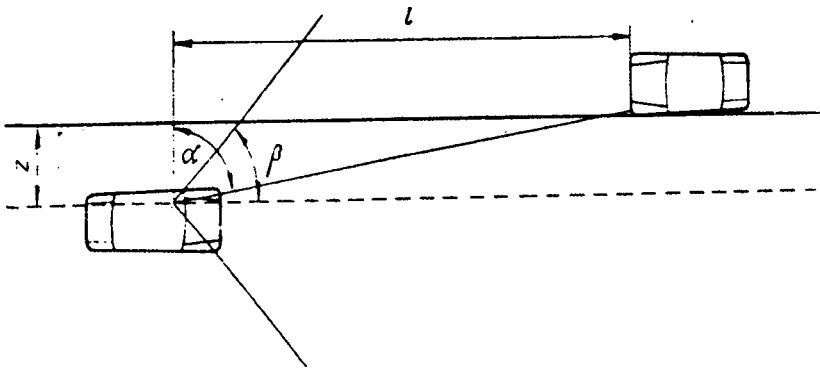
Кузатишларнинг кўрсатишича, ҳатто ҳайдовчи тўғри чизиқли йўналиш бўйича аниқ ҳаракатланишга интилганда ҳам автомобил ҳақиқатда бирор синусоидал траектория бўйича ҳаракатланади. Ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса, бу траекториянинг тўғри чизиқдан оғиши шунча катта бўлади. Шунинг учун автомобилнинг ҳаракат тезлиги қанча катта бўлса, йўлнинг қатнов қисмида унинг учун шунча кенг йўл зарур бўлади. Проф. Я.В. Хомякнинг ҳисоблашича, ҳайдовчининг автомобилни қўшни полоса четидан узоқлаштириш масофаси унинг кўриш майдонида рўпарадан келаётган автомобилнинг бурчак бўйича силжиш тезлигига боғлиқ (5.5 - расм).

Агар ҳайдовчи автомобил олдидаги йўлга тўғри қараб турса, у ҳолда рўпарадан келаётган автомобилнинг ҳаракатини кўриниш майдоннинг чегарларида сезади. Бу майдон аниқ (горизонтал текисликда тахминан 90^0 га тенг бўлган) кўриш бурчаги 2β («кўз олдидаги майдон») билан чекланган бўлади. Рўпарадан келаётган

автомобилнинг бурчак бўйича силжиш тезлиги ω хайдовчининг кўриш майдонида α бурчакнинг ўзгариш тезлиги билан аниқланади:

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\left(arcctg\frac{z}{l}\right)}{dt} \qquad (5.12)$$

бу ерда ℓ - автомобиллар орасидаги масофа.



5.5 - расм. Учрашадиган автомобиллар ўртасидаги оралиқни аниқлашга оид схема.

Икки автомобилнинг нисбий тезлиги (м/с).

$$\vartheta_1 + \vartheta_2 = \frac{d\ell}{dt} \quad \text{ёки} \quad dt = \frac{d\ell}{\vartheta_1 + \vartheta_2}, \qquad (5.12)$$

бундан

$$\omega = \frac{d\left(arcctg\frac{z}{\ell}\right)(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{dl} = \frac{z(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{l^2 + z^2}, \qquad (5.13)$$

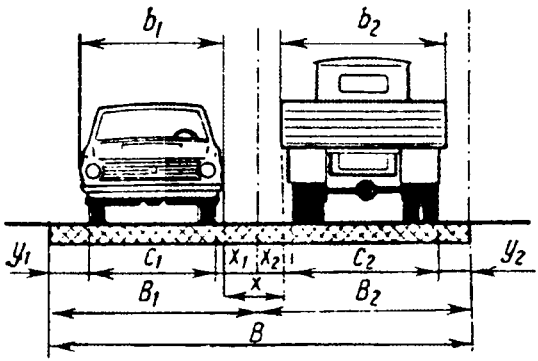
Ҳайдовчи кўзларини бурмасдан рўпарадан келаётган автомобилнинг ҳаракатини фарқ қила оладиган α бурчакнинг чегаравий қиймати α = 90-β. Унга мос келувчи қиймат ℓ=z tg (90-β).

Проф. В.С. Кравков бўйича тасвирнинг кўз сезадиган силжиш бурчак тезлигининг энг катта қиймати ω_{max} секундига 2π ни ташкил қилади. (5.13) формулага ℓ ва ω нинг қийматини қўйиб ва β ≈ 45^0 эканлигини ҳисобга олиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$z = (\vartheta_1 + \vartheta_2)/(4\pi) \qquad (5.14)$$

ёки, бошқача айтганда, рўпара келаётган автомобиллар орасидаги, ҳайдовчилар сақлаб қолишга интилган масофа бу автомобиллар тезликларининг йиғиндисига тўғри мутаносиб бўлади.

Ҳаракатланиш полосасининг зарур эни автомобил кузовининг эни ва кузовдан ёндош полоса четигача хамда ғилдиракдан қатнов қисмининг четига бўлган масофаларнинг йиғиндисига тенг. Бу масофа ҳайдовчиларнинг индивидуал хусусиятларига боғлиқ бўлади ва маълум чегараларда ўзгариб туради. Шунинг учун уларнинг зарур қийматларини кўп кузатишлар асосида белгилаш мумкин. Н.Ф. Хорошилов қатнов қисми икки полосали бўлган ҳаракат йўлининг кенглигини (5.6 - расм) қуйидаги формула бўйича аниқлашни таклиф этади:



5.6 - расм. Ҳаракатланиш полосаси энини аниқлашга оид схема.

$$B = b + c + 2y + x, \qquad (5.15)$$

бу ерда b - автомобил кузовининг эни, м; с - автомобил излари ораси (энг кенг қуйилган ғилдираклар изининг ташки қирралари орасидаги масофа), м; у - ғилдирак изининг ташқи қиррасидан қатнов қисмининг четигача бўлган масофа, м.

х ва у қийматлари қўйидаги эмпирик формулалардан топилади.

$$x = 0{,}3 + 0{,}1\sqrt{\vartheta_1 + \vartheta_2}; y = \sqrt{0{,}1 + 0.0075\vartheta} \qquad (5.16)$$

бу ерда х ва у метрларда; ϑ - км/соатларда.

Қатнов қисмининг ёндош полосалари бўйлаб бир йўналишда харакатланишда, масалан, ўзиб ўтишда:

$$\left.\begin{aligned} x &= 0{,}3 + 0{,}075\sqrt{\vartheta_1 + \vartheta_2} \\ y &= \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075\vartheta} \end{aligned}\right\} \qquad (5.17)$$

(5.16) ва (5.17) формулаларнинг тузилиши (5.14) назарий тенгламадан фарқ қилади. Бунга сабаб шуки, (5.14) тенгламани

келтириб чиқаришда автомобилнинг ўнгга эркин силжиш имконияти бор деб фараз қилинган. Ҳақиқий ҳаракатланиш шароитларида бунга ҳайдовчиларнинг қопламадан йўл ёқаси чиқиб кетишдан қўрқиши тўсқинлик қилади, натижада улар рўпара келаётган автомобиллардан кам масофага четлашади.

Формулалар йўлнинг мустахкам текис йўл ёқаси билан бир сатҳда туташадиган қатнов қисмида ҳаракатланиш холларини кўзда тутади. Қатнов қисмининг четида баланд бордюр бўлганида, тажрибаларнинг кўрсатишча, ҳайдовчилар уларнинг устига чиқиб кетишдан қўрқиб қоплама четидан бордюрнинг икки-уч баландлигига тенг бўлган оралиқда харакатланмайдилар.

Ҳаракатланиш полосасининг зарур энини аослашда автомобиллар учрашувининг мумкин бўлган икки ҳолини кўриш керак: биринчиси эни унча катта бўлмаган, бироқ тезликлари катта енгил автомобилларнинг учрашуви; иккинчиси кенг кузовли, бироқ кичик тезликларда ҳаракатланаётган юк автомобилларининг учрашуви.

Қатнов қисмнинг энини белгилаш техник-иқтисодий масала. Ҳаракатланиш интенсивлиги кам йўлларда йўл қурилиш харажатларини камайтириш мақсадида ҳаракатланиш полосасининг эни кичик қилинади, бунда автомобилларнинг унча кўп бўлмаган учрашувларида тезликни камайтириш зарурлиги онгли равишда кўзда тутилади. Мураккаб тоғли шароитларда ва ички хўжаликлараро йўлларда баъзан, қатнов қисмини бир полосали қилиб қуришга рўхсат этилади, бунда йўлнинг маълум қисми мухсус кенгайтирилиб, автомобиллардан бири рўпарадан келаётган автомобилнинг ўтиб кетишини кутиб туради. Ҳар қайси кенгайтирилган жойдан кейинги кенгайтирилган жой кўриниб туриши керак.

СНиП 2.05.02-85 битта ҳаракатланиш полосасининг қуйидаги кенглиги кўрсатилган бўлиб, бу полоса йўллардаги хозирги ўртача ҳаракатланиш шароитларини қаноатлантиради:

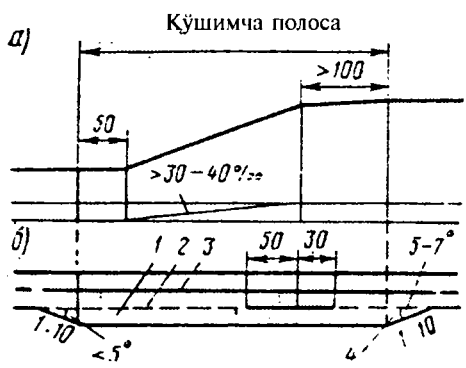
Йўл тоифаси	I, II	III	IV
Ҳаракатланиш полосаси эни, м.	3,75	3,5	3,0

V тоифали йўлларда битта полосали қатнов қисмининг эни 4,5 м га тенг бўлади.

Паст-баланд жойлардан ўтадиган автомобил йўлларида автомобилларнинг тезлиги бирин-кетин келадиган кўтарилишлар ва нишабларда ўзгариб туради. Кўпгина ҳайдовчилар нишабларнинг пастки қисмида тезликни оширади бундан мақсад кинетик энергияни

тўплаб кейинги кўтарилишни осонроқ босиб ўтишдир. Шунинг учун юқори тезликда юриладиган участкаларда қатнов қисмининг энини кенгроқ қилиб қуриш мақсадга мувофиқдир. Қурилиш меъёрлари ва қоидалари ҳаракат полосасининг энини ботиқ вертикал эгриликларнинг ўрта қисмида кенгайтиришни кўзда тутилади; бунда туташадиган нишабларнинг алгебраик айирмаси 60% ва ундан ортиқ бўлганида I ва II тоифали йўллар учун 0,5 м, III ва IV тоифали йўлларда эса 0,25 м га кенгайтирилади. Кенгайтирилган участкалар узунлиги II ва III тоифали йўллар учун камида 100 м, IV ва V тоифали йўллар учун эса 50 м бўлиши керак.

30-40 %о дан ортиқ бўлган кўтарилишларни, қувват заҳираси кам оғир юк автомобиллари ва автопоездлар жуда паст тезликларда, кўпинча 10-15км/соат тезликда босиб ўтишлари мумкин,бунда орқадан келаётган бутун транспорт таркиби уларнинг кетидан худди шу тезликда юришга мажбур бўлади. Автомобилларнинг асосий оқимидан динамик сифатлари паст автомобилларни ажратиш учун интенсив ҳаракатли йўлларда (кўтарилиш томонига 150-200 авт/соат) кўтарилишга олиб бориш йўналишида қўшимча харакат полосалари қуриб йўл кенгайтирилади (5.7 - расм). Қўшимча полосалар эни камида 3,5 м бўлади. Автомобилларнинг қаторга қайта тизилиши транспорт оқимига ҳалақит бермаслиги учун қўшимча полосалар кўтарилиш бошланишидан 50 м беридан бошланиши ва кўтарилишда камида 50-200 м давом этиши керак.



5.7-расм. Кўтарилишдаги қўшимча полосани режалаш схемаси:
а-бўйлама профил; б - план;
1-қўшимча полоса; 2 - қувиб ўтишга рухсат берадиган белги чизиғи; 3 - қувиб ўтишни ман этувчи белги чизиғи; 4 – қўшимча полосага ажратилган жой.

Қатнов қисмининг икки томонидан йўл ёқаларини қуриш йўл полосаси четларининг мустаҳкам бўлишини таъминлаши ва автомобилларнинг четга чиқиши ва тўхтаб туришига имкон бериши керак. Қопламаларни таъмирлашда йўл ёқаларига материаллар

тахланади, баъзан айланиб ўтиш учун фойдаланилади. Йўл ёқасининг энг кам жоиз эни шундай бўлиши керакки,йўл четида тўхтаган автомобилларнинг габаритлари қатнов қисмига кирмайдиган бўлиши зарур. Автомобилларнинг кўпгина турлари учун бу шартни I ва II тоифали йўллар учун қабул қилинган 3,75 м кенгликдаги йўл чети қаноатлантиради.

5.1. жадвал

Йўл элементларининг ўлчами	Йўл тоифаси						
	$I_А$	$I_Б$	II	III	$IV_А$	$IV_Б$	V
1	2	3	4	5	6	7	8
Ҳаракат полосасининг сони	4; 6; 8	4; 6	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0
Кенглиги, м	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,0	-
Қатнов қисмининг кенглиги, м.	2x7,5 2x11,25 2x15,0	2x7,5 2x11,25 2x15,0	7,5	7,5	7,5	6,0	4,5
Йўл ёқасининг: кенглиги, м	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
Мустаҳкамланган полосасининг энг кичик кенглиги, м.	3,0	3,0	0,75	0,5	0,5	--	--
Ажратувчи полосанинг: энг кичик кенглиги,м	6,0	5,0	--	--	--	--	--
ажратувчи хошия қабул қилингандаги энг кичик кенглиги, м.	2,6	2,6	--	--	--	--	--
мустаҳкамланадиган полосасининг энг кичик кенглиги, м.	1,0	1,0	--	--	--	--	--
Йўл пойи кенглиги, м	27,0 23,6 34,5 31,1 42,0 38,6	26,0 23,6 33,5 31,1 41,0 38,6	11,5	10,5	9,5	8,0	6,5

Юқори тоифали йўлларда ва аҳоли яшайдиган ҳудудларда йўл четлари мустаҳкамланган бўлиши керак, чунки ғилдираклар йилнинг намгарчилик даврларида лойли йўл четига катта тезликда чиққанда четга сурилиб кетиши мумкин. қатнов қисми эса ғилдираклардан тушадиган лой билан ифлосланади.

I, II ва III тоифали капитал қопламали қатнов қисмининг ён томони йўл ёқалари ҳисобидан 0,75 м кенгликдаги, III ва IV тоифали енгил қопламали йўлларда эса 0,5 м кенгликдаги четки полосалар

қуриб мустаҳкамланади. Четки полосалар ранги қоплама рангидан фарқ қилса, улар қоплама четини аниқ (яққол) белгилайди ва ҳаракатланиш интизомини оширишга ёрдам беради.

ҚМҚ 2.05.02.-95 бўйича:					
Йўлнинг тоифаси.....	I,	II,	III,	IVа,	IVб
Ҳаракат полосасининг кенглиги, м	3,75			3,75	3,0

V тоифали йўлларда битта ҳаракат полосаси бўлиб, бунда қатнов қисм кенглиги 4,5 м дир.

ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан автомобил йўлининг йўл пойи ва қатнов қисми кўндаланг профили бўйича асосий ўлчамлари - йўлнинг тоифаси ва вазифасига кўра 5.1 жадвалга асосан белгиланади.

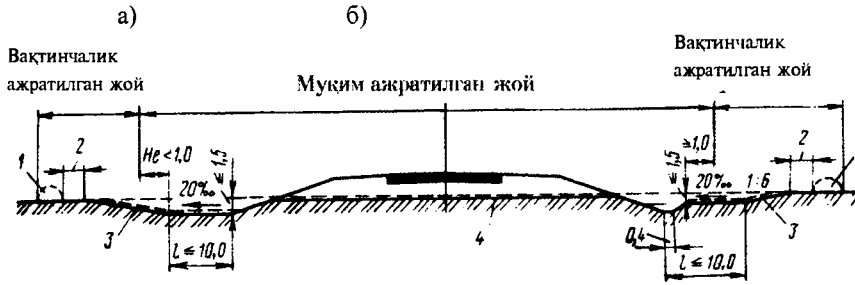
Келажакда ҳаракат полосаси сонини кўпайтириш зарурияти туғилган йўлнинг қисмида, ажратиш полосаси кенглигини 5.1 - жадвалда келтирилган меъёрга нисбатан 7,5 м га кенгайтириш лозим ва $I^а$ тоифали йўллар учун камида - 13,5 м., $I^б$ тоифали йўллар учун эса камида - 12,5 м га тенг деб қабул қилиш керак.

5.4. Ажратилган полоса

Йўллар ва ёрдамчи иншоотлар қуриш ва йўл четида яшил ўсимликлар ўтқазиш учун жойларда ажратиладиган ер ажратилган ер деб аталади. Бу полоса йўл ташкилотлари ихтиёрига берилади ва йўл қурилмасдан олдин шу ердан фойдаланиб келганлар тасарруфидан чиқарилади. Қишлоқ ва ўрмон хўжаликлари фойдаланиши учун яроқли бўлган ернинг катта халқ хўжалик ахамиятига эгалиги муносабати билан, автомобил йўллари учун ер ажратиш меъёрларига кўра,ернинг ажратиладиган полосасининг эни хар икки томонга 1 м дан оширилган йўл пойи чегаралари билан чекланади.

Суғориладиган ёки захи қочирилган ерларда,шунингдек, узумзорлар ва мевали дарахтлар билан ёки шудгор билан банд жойларда ён резервлар ва кавальерлар қилишга йўл қуйилмайди. Йўлдан четда кўтармага тўкиш учун қазиб олинган грунтларни жойлаш иложи бўлмаган холларда, истисно тариқасида, вақтинча фойдаланиш учун унча чуқур бўлмаган резервлар қазишга полоса ажратилади, шунда йўл қурилишида хосилдор гумусли қатлам сақлаб қолинади. Кўтармага грунт тўкиш тугалланганидан кейин резерв

текисланиши,ўсимлик ўсадиган тупроқ билан қопланиши ва қишлоқ хўжалигидаги фойдаланиш учун яроқли холга келтирилиши керак (5.8. расм).



5.8 - расм. Резервларни қишлоқ хўжалик ишлари учун яроқли ҳолатга келтириш схемаси:
а - кювет резервли профил; б - ён ариқ ёнида қурилган саёз резерв профили; 1 - йўл қурилиши вақтида ўсимликли грунтни тўплаш жойи; 2 - ер қазиш машиналарининг нормал ишлашини таъминлайдиган масофа; 3 - қайтадан ётқизиладиган ўсимликли грунт қатлами; 4 - кўтарма қуришда олиб ташланадиган ўсимликли грунт қатлами.

Тепаликда жойлашган ариқчалар қазиш, кўприклар остида ўзанларни тўғрилаш, кўринишликни таъминлаш учун қирқиб ташлаш, манзарали кўчатлар ўтқазиш, сувни четлатиш, йўлларни кесиштириш иншоотлари қуриш, автомобиллар учун тўхташ жойи ва дам олиш майдончалари, харакатга хизмат қилиш бинолари ва бошқа йўл иншоотлари қуриш учун зарур бўлган қўшимча майдонлар лойихада уларга бўлган эхтиёж батафсил асосланганлигига кўра ажратилади.

Нишаблар 1:20 дан 1:10 гача бўлганида доимий ажратилган ер майдони III тоифали бошқа ҳамма йўллар учун 0,1 гектарга, III тоифали йўллар учун эса 0,2 гектарга катталаштирилади.

Шундай қилиб ажратилаган полосанинг ўртача кенглиги йўл тоифасига қараб ҳосилдор қишлоқ хўжалик ерларида 63 дан 21 м гача, қишлоқ хўжалиги учун яроқсиз ерларда 74 дан 33м гача бўлади.

5.2-жадвалда жойнинг кўндаланг қиялиги кўпи билан 1:20 бўлганида автомобил йўлини қуриш учун унинг 1 км узунлигига ажратиладиган ўртача майдони келтирилган.

5.2. жадвал.

Йўл тоифаси	Ҳаракатланиш полосалари сони	Қуйидаги ерларда ажратилган полосанинг умумий майдони, га/км			
		Қишлоқ хўжалигига мўлжалланган ер		Қишлоқ хўжалиги учун яроқсиз ер	
		Доимий ажратилган ер	Вақтинча ажратилган ер	Доимий ажратилган ер	Вақтинчалик ажратилган ер
I	2	3	4	5	6
Ia ва Iб	8	6,3	1,8	7,4	2,3
	6	5,5	1,7	6,4	2,2
	4	4,7	1,6	5,5	2,1
II	2	3,1	1,4	3,9	2,0
III	2	2,6	1,3	3,6	2,0
IV	2	2,4	1,3	3,5	2,0
V	2	2,1	1,2	3,3	2,0

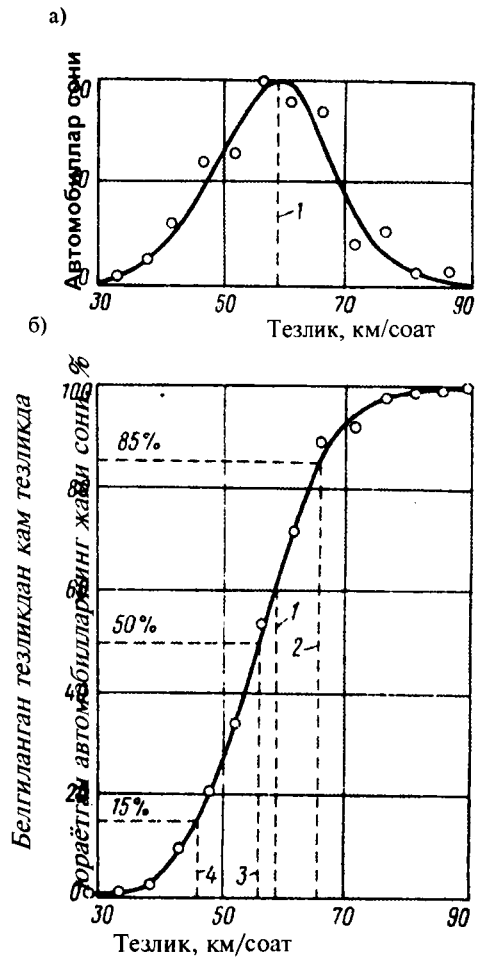
6-боб
ТРАНСПОРТ ОҚИМЛАРИНИНГ ҲАРАКАТЛАНИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ

6.1. Автомобилларнинг ҳаракатланиш режимлари.

5 - бобда кўриб чиқилган йўл элементларига қўйиладиган талаблар якка автомобилларга ҳисобий тезликда ҳаракатланиш имкониятини таъминлайди, уларнинг хайдовчиларига улар учун энг мақбул ҳаракатланиш режимларини танлашга ва автомобилнинг динамик имкониятларини амалга оширишга хеч нарса тўсқинлик қилмайди. Ҳақиқатда эса йўлларда турли даражада юкланган ва техник холатлари хар хил бўлган кўп сонли автомобилларнинг бир вақтдаги харакатланиши содир бўлади. Уларни малакалари турлича бўлган, машина хайдашдаги индивидуал хусусиятлари бўлган ва ҳаракатланиш аҳволидаги ўзгаришларга таъсирланиш давомийлиги турлича бўлган ҳайдовчилар бошқаради.

Турлича жойлардан йўлга чиқиб, турли жойдаги манзилларга қараб йўл олган автомобиллар бир-бирига қарши ҳаракатланаётган транспорт оқимини хосил қилади. Ҳар қайси автомобил оқимида автомобилларнинг ўзаро таъсири амалга оширилади. Автомобиллар ўртасида интерваллар белгиланади, уларнинг ўлчами ҳаракатланиш тезлигига ва хайдовчиларнинг индивидуал хусусиятларига боғлиқ, улар олдинда кетаётган автомобилгача бўлган масофани сақлаб туришга интиладилар ва бу масофа уларга хавфсиз тўйилади. Йўл шароитларининг ўзгариши автомобиллар орасидаги масофанинг тегишлича ўзгаришини келтириб чиқаради (транспорт оқимининг тўпланиши ёки чўзилиши). Ҳайдовчилардан хар бирининг оптимал ҳаракатланиш шароитларини бахолашларидаги фарқлар ҳар қайси транспорт оқимида ички ҳалақитларни келтириб чиқаради. Секин ҳаракатланаётган автомобилларни анча тез юраётган автомобилларнинг ўзиб ўтиши юз беради. Икки полосали ҳаракат йўлларида ўзиб ўтиш ўзиб ўтаётган автомобилларнинг ёндош қарши ҳаракат полосаларига чиқиши билан боғлиқ бўлиб, бу эса рўпарадан келаётган автомобил оқимига ҳалақит беришни вужудга келтиради. Шунинг учун якка автомобилнинг ҳаракатига тадбиқан ишлаб чиқилган меъёрлар асосида қабул қилинадиган барча лойиҳа ечимлари уларнинг транспорт оқимига қўйиладиган талабларни қондириши нуқтаи назаридан таҳлил қилиниши керак.

алоҳида автомобилнинг тезликларидаги фарқ шунча кам бўлади. Қисман боғланган транспорт оқимига мос келувчи ҳаракатланиш интенсивлигида автомобиллар сонининг ҳаракатланиш тезлиги бўйича тақсимланиш эгри чизиқлари (6.2 - расм, а) нормал тақсимланиш эгри чизиғига ўхшайди.



6.2 - расм. Транспорт оқимида автомобиллар ўртасида ҳаракатнинг тақсимланиш қонуниятлари:
а - бир турли транспорт оқими учун тезликларнинг тақсимланиш эгри чизиғи;
б - кумулятив эгри чизиғи;
1 - энг ўзига хос /модал/ тезлик; 2 - 85% таъминланган тезлик; 3 - ўртача тезлик; 4 - 15% таъминланган тезлик.

Транспорт оқимларининг тезликлари ва режимларини шунингдек кумулятив эгри чизиқлар билан ҳам тавсифланади. Бу

эгри чизиқлар умумий автомобиллар сонидан неча фоизи белгиланганидан кам тезликда ҳаракатланаётганини кўрсатади (6.2. - расм, б). Эгри чизиқнинг ўрта қисми оқимнинг асосий қисмига мос келади. Эгри чизиқнинг тахминан 10-15% гача таъминланган пастки қисми ўзиб ўтиш эҳтиёжларини келтириб чиқарадиган энг секин юраётган автомобилларнинг қандай тезликда ҳаракатланаётганлигини кўрсатади. 50% таъминланганлик транспорт оқимнинг ўртача тезлигини ифодалайди. Бу рақам транспорт оқими ҳаракатининг асосий характеристикаси учун қабул қилинади.

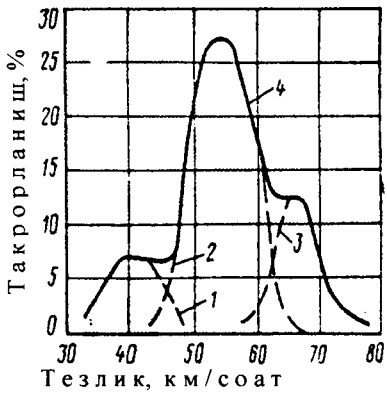
Эгри чизиқнинг тахминан 85-95 % таъминланган юқори қисми энг тез юраётган автомобиллар гуруҳини ажратиб кўрсатади, булар қаторига хавфсиз ҳаракатланиш режимини бузаётган автомобиллар ҳам киради. Шунинг учун хавфсизлик таъминланиши зарур бўлган автомобилларнинг энг катта ҳаракатланиш тезлиги учун одатда 85% таъминланганликдаги тезлик қабул қилинади. Ҳаракатланишни ташкил қилиш чора-тадбирларини ишлаб чиқишда шу тезликдан келиб чиқилади.

Агар транспорт оқими динамик сифатлари бўйича бир-биридан кескин фарқ қиладиган, бироқ ҳаракатланиш жадаллиги нисбатан кам бўлганда амалда бир-бирининг ҳаракатланиш шароитларига таъсир қилмайдиган автомобилларнинг бир неча гуруҳидан ташкил топган бўлса, бутун оқим учун қурилган тақсимланиш эгри чизиқлари гуруҳлари оқимни ташкил этган алоҳида гуруҳлар эгри чизиқларининг йиғиндисидан иборат бўлади ва бир неча чўққиларга эга бўлиши мумкин (6.3 - расм).

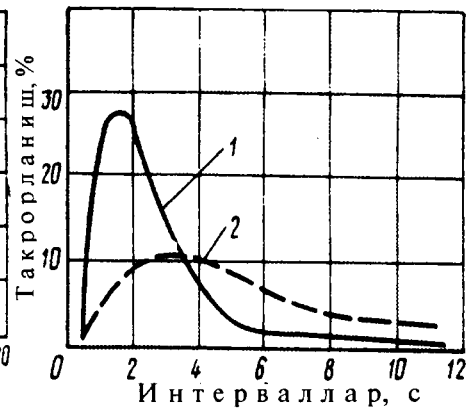
Йўлларнинг кесишишлари ва туташишларини лойиҳалаш шунингдек, ҳаракатни ташкил қилиш бўйича тадбирларни ишлаб чиқиш учун бирин-кетин келаётган автомобилларнинг ўтиш орасидаги вақт аҳамиятига эга бўлади. Ҳаракат жадаллиги паст бўлганда (битта полосада 200 авт/соатгача) вақт оралиқларининг вақт бўйича тақсимланиши Пуассон тақсимланишига яқин, жадаллик юқори (650 авт/соатгача) бўлганда III тур Пирсон тақсимланишига яқин (6.4 - расм). Транспорт оқимининг зичлиги, яъни транспортбоплик сифатлари бўйича бир хил бўлган 1 км узунликдаги йўлга тўғри келадиган автомобиллар сони хам харакат оқимларининг тавсифи бўлиб хизмат қилади:

$$g = N / \vartheta \qquad (6.1)$$

бу ерда N - ҳаракат жадаллиги, авт/соат; ϑ - ҳаракат тезлиги, км/соат.

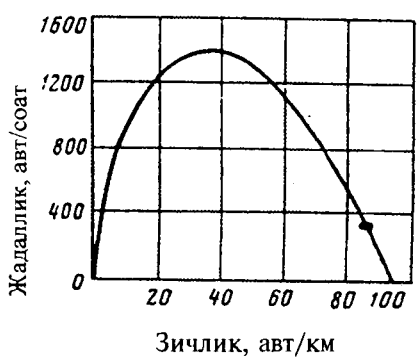


6.3 - расм. Турли автомобиллар оқими учун тезликларнинг тақсимланиш эгри чизиғи:
1 - секин ҳаракатланаётган автомобиллар ва автопоездлар учун тезликларнинг тақсимланиш эгри чизиғи; 2 – шунинг ўзи юк автомобилларининг асосий қисми учун; 3 - шунинг ўзи енгил автомобиллар учун; 4 - транспорт оқими учун тақсимланишнинг йиғинди эгри чизиғи.



6.4 - расм. Автомобилларнинг ўтиши оралиғидаги вақтнинг тақсимланиш эгри чизиғи:
1 - Пуассон тақсимланиши ҳаракат жадаллиги паст бўлганида; 2 - III тип Пирсон тақсимланиши /жадаллик юқори бўлганида/.

Шуниси характерлики битта ҳаракат жадаллигининг ўзига, максимум нуқтадан ташқари, транспорт оқими зичлигининг икки қиймати мос келади. Бир ҳолда транспорт оқими орасида катта масофа бўлган тез ҳаракатланаётган автомобиллардан, иккинчи ҳолда эса бир биридан яқин масофада секин ҳаракатланаётган автомо-биллардан иборат бўлади.



6.5 - расм. Транспорт оқими зичлиги билан унинг жадаллиги ўртасидаги боғлиқлик графиги.

Транспорт оқими зичлигининг унинг жадаллигига боғлиқлик эгри чизиғининг максимуми (6.5 - расм) йўлнинг айни участкаси ўтказиши мумкин бўлган энг кўп автомобиллар сонига мос келади. Ҳаракатланиш шароити йўл узунлиги бўйича ўзгариб турганлигидан турли участкаларда харакат жадаллиги доимий бўлгани холда транспорт оқимларининг зичлиги турлича бўлади.

6.3. Транспорт оқимлари назарияси

Транспорт оқимида кечадиган жараёнларнинг мураккаблиги, хар қайси автомобилнинг тезлигига кўп сонли омилларнинг таъсири оқимнинг ҳаракатланиш режимларини математик формулалар билан тавсифлашга имкон бермайди. Шунинг учун турли даврларда транспорт оқимлари ҳаракати назариясининг баён қилинган фаразлари соддалаштирилган схемалар (моделлар)га асосланади. Бу назарияларни икки асосий гуруҳга бўлиш мумкин:

автомобиллар оқимларининг динамик моделларига асосланган назариялар. Улар ҳаракат йўлининг бир полосасида бир-бирининг кетидан ўзиб ўтишсиз кетаётган автомобиллар орасидаги масофани турли тезликларда тадқиқ этади ва топилган қонуниятларни бутун транспорт оқимига тадбиқ этади. Бу схема юқори ҳаракат жадаллигига мос келади, бунда ўзиб ўтишлар амалда мумкин бўлмайди, ёки катта хавф билан боғлиқ бўлади;

эҳтимолий моделларга асосланган назариялар. Улар иккита қарама-қарши оқимларнинг ҳаракатини тахлил этади. Бунда автомобилларнинг қарши харакат полосасига ўтиб ўзиш имкониятларини (бунинг учун қарама-қарши оқимдаги автомобиллар орасида етарлича масофа бўлганида) ҳисобга олади.

Йўлларга қуйиладиган талабларни асослашда ҳалигача энг содда динамик моделларга асосланилади. Бу модел ҳамма автомобиллар бир хил тезликда ва бир-биридан тормозланиш йўлининг узунлигига боғлиқ бўлган бир хил масофада ҳаракатланади, деб фараз қилади.

«Йўл бошловчининг кетидан юриш» динамик назарияси анча такомиллашган. Бу назария транспорт оқими чегараларида автомобиллар орасидаги масофа доимий бўлмайди. деб фараз қилади. Хар қайси жуфт автомобилларда кетинда келаётгани бу автомобилларнинг тезликлари айирмасига мутаносиб тезланиш билан ҳаракатланади:

$$a_{кет} = \frac{d\vartheta_{кет}}{dt} = \frac{1}{t}(\vartheta_{олд} - \vartheta_{кет})$$

бу ерда $\vartheta_{олд}$, $\vartheta_{кет}$ - олдиндаги ва кетиндаги автомобилларнинг тезлиги, м/с; t - ҳайдовчининг реакцияси вақти, с.

Кетинда келаётган автомобил ўз навбатида ўзидан кейин келаётган автомобил учун олдинда келаётган автоомбил ҳисобланганлигидан унинг тезланиши ёки секинланиши кейинги автомобилда аксланади ва транспорт оқимида ҳар доим ўзига хос тўпланиш ва сийракланиш ҳоллари юз беради.

Транспорт оқими ҳаракати билан қовушоқ суюқликнинг ўзанда оқиши ўртасида ўхшашлик ўтказиш мумкинлиги «гидродинамик модел» нинг пайдо бўлишига олиб келди. Бу модел ўзгармас тезлик билан ҳаракатланаётган автомобил оқими йўлида тўсиқлар пайдо бўлганида ва кейинчалик бу тўсиқлар йўқотилганида транспорт оқимларининг сиқилиш ёки чўзилиш тезликларини тадбиқ этишга имкон беради.

Кейинчалик эҳтимолий моделлар кенгроқ тарқалиши керак, улар ўзиб ўтиш имкониятларини назарда тутади ва йўлдаги хақиқий ҳаракатланиш шароитларини ҳисобга олади. Эҳтимолий моделлар хар қайси автомобилнинг ҳаракатланиш режимлари тавсифларига (тезлик, оралиқни сақлаш,ўзиб ўтишга чиқиш) тасодифий ҳодисалар сифатида қарайди, улардан хар бирининг юзага келиши улардан олдин юз берган ходисалар билан кам даражада боғланган.

Бу характеристикаларни баҳолаш учун оммавий хизмат кўрсатиш назариясидан кенг фойдаланилади.

Эҳтимолий моделлардан фойдаланиладиган асосий соҳаларга шундай масалалар киради ки, уларда ўртача жадалликдаги оқимларнинг ўзаро боғлиқлиги масалалари ҳал қилинади, бунда ҳали турли полосалардан ҳаракатланаётган автомобилларнинг ўзиб ўтиш имкониятлари бўлади (масалан, бир сатҳда кесиб ўтадиган, оқимларнинг кўшилиб ўтиш ва аралашиб ўтиш участкаларида), шунингдек техник- иқтисодий масалалар ҳал этилади.

6.4. Йўлнинг ўтказиш қобилияти

Маълум вақт оралиғида йўлда ўтиши мумкин бўлган автомобиллар сони - ўтказиш қобилияти - уларнинг тезлигига ва ҳаракатнинг ташкил этилиш даражасига боғлиқ. Шунинг учун яққол тасаввур этиш керакки, ўтказиш қобилияти йўлни тавсифлайдиган бир маъноли кўрсаткич эмас, у кенг чегараларда ўзгариши мумкин.

Йўл тавсифи сифатида ўтказиш қобилиятининг қуйидаги турлари бор:

энг катта назарий ўтказиш қобилияти, бир хилдаги автомобилларнинг қулай йўл шароитларидаги (қуруқ ғадир-будир қопламали тўғри горизонтал участка) идеаллаштирилган колоннали ҳаракат учун транспорт оқимлари назарияси динамик масаласи формулалари билан хисоблаб аниқланади;

одатдаги амалий ўтказиш қобилияти - қулай об-ҳаво шароитларида транспорт оқимларининг ҳақиқатда юзага келган харакат режимларида йўл участкаси ўтказиши мумкин бўлган энг кўп автомобиллар сони. Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида ўтказиш қобилияти ўртача йўл шароитлари учун турли рельеф шароитларидаги аралаш транспорт оқимига тадбиқан келтирилади ва енгил автомобилларга келтирилган автомобиллар сони билан ифодаланади.

Йўлнинг ҳар бир участкасининг ўтказиш қобилияти фойдаланиш шароитларида об-ҳаво шароитларига ҳаракат таркиби ва ҳаракатни ташкил этиш бўйича кўрсатилган чораларга боғлиқ ҳолда кенг чегараларда ўзгариб туриши мумкин.

Энг катта ўтказиш қобилиятини аниқлаш учун транспорт оқими назариясининг соддалаштирилган динамик масаласидан фойдаланамиз. Бу турдаги автомобиллар орасида доимий оралиқни сақлаган ҳолда транспорт оқими ҳаракатланаётган полосанинг ўтқазиш қобилиятини кўриб чиқамиз. Оқимдаги икки автомобил ўртасидаги энг қисқа хавфсиз масофани аниқлаймиз.

Биринчи автомобил хайдовчиси бирор сабабга кўра тормозлашни бошлагандан кейин кетинги автомобил ҳайдовчисининг реакцияси вақтида (1 с да) L=ϑ/3,6 метр йўлни босиб ўтади (бу ерда ϑ - автомобилнинг тезлиги, км/соат).

Олдинги ва кетинги автомобиллар тормозларининг холатида фарқ борлиги натижасида биринчи автомобилнинг тормозланиш йўли қисқароқ бўлиши мумкин ва у ҳолда кетинги автомобил L_1 га кўшимча равишда биринчи автомобилга қуйидаги масофа қадар яқинлашади:

$$l_2 = S_{кет} - S_{олд} = \frac{\vartheta^2 \left(K_{кет} - K_{олд}\right)}{254\left(\varphi \pm i + f\right)},$$

бу ерда $S_{кет}$, $S_{олд}$ - кетинги ва олдинги автомобилларнинг тормозланиш йўллари; $K_{кет}$, $K_{олд}$ - кетинги ва олдинги автомобиллар тормозларининг фойдаланиш ҳолати коэффициентлари; ϑ - автомобилнинг тезлиги, км/соат.

Автомобиллар орасидаги хавфсиз масофа

$$S = l_1 + l_2 + l_3 = \frac{\vartheta}{3,6} + \frac{\vartheta^2 \left(K_{кет} - K_{олд}\right)}{254\left(\varphi \pm i = f\right)} + l_3 \qquad (6.2.)$$

бу ерда ℓ_3 - тўхтаган автомобиллар орасидаги бирор захира масофа.

Йўлда битта автомобилга тўғри келадиган участка узунлиги $L=S+\ell_4$ (бу ерда ℓ_4 - автомобилнинг узунлиги).

Йўлнинг кўриб ўтилаётган кесимидан 1 соат давомида (авт/соат)бир йўналишда ўтган автомобиллар сони, яъни ҳаракатланиш полосасининг ўтказиш қобилияти тезлик ϑ бўлганида (км/соатда)

$$N=\frac{1000\vartheta}{L}=\frac{1000\vartheta}{\frac{\vartheta}{3.6}+\frac{\vartheta^2(K_{кет}-K_{авд})}{254(\varphi\pm i+f)}+l_3+l_4} \qquad (6.3.)$$

Ҳаракатланиш режимларини яхшироқ ҳисобга олиш мақсадида турли муаллифлар тормозлаш режими ҳамда олдинги ва кетинги автомобиллар тормозларининг холати тўғрисида у ёки бу фаразларни таклиф этадилар.

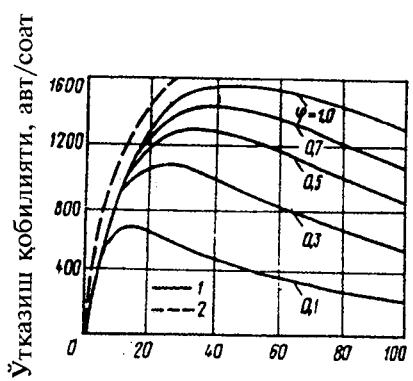
Энг кўп тарқалган фараз олдинги автомобилнинг бир онда тўхташидир($K_{олд}=0$), бундан юк автомобилидан бирор нарсанинг тушиб кетиши ва уни босиш кетинда келаётган автомобил учун хавфли эканлигини тасаввур этиш мумкин.

Бу ҳолда

$$N_1=\frac{1000\vartheta}{\frac{\vartheta}{3.6}+\frac{K_{кет}\vartheta^2}{254(\varphi\pm i+f)}+l_3+l_4} \qquad (6.4.)$$

(6.4.) тенгламани математик таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, у 1100-1600 авт/соат чегарасида энг катта ўтказиш қобилиятига эга, бу эса 20-40 км/соат ҳаракатланиш тезлигига тўғри келади.

Тезликнинг кейинчалик ортишида ўтказиш қобилияти секин-аста камаяди (6.6 - расм).



6.6 - расм. Илашиш коэффициентларининг қийматлари турлича бўлганида ҳаракатланиш полосасининг назарий ўтказиш қобилияти:
1 - (6.4.) тенглама бўйича;
2 - (6.5.) тенглама бўйича.

Иккинчи фараз олдинги ва кетинги автомобилларнинг ҳолати ва тормозлаш режими бир-хил деган ($K_{кет}=K_{олд}$)шартдан келиб чиқади. Бу ҳолда

$$N_2 = \frac{1000\vartheta}{\frac{\vartheta}{3{,}6} + l_3 + l_4} \qquad (6.5.)$$

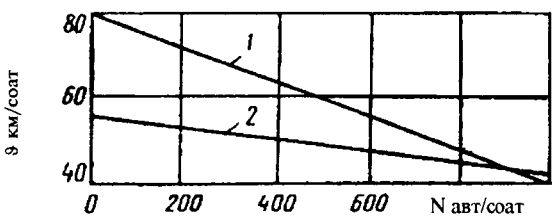
бу ерда ϑ - тезлик км/соат.

(6.5.) тенгламага кўра йўлларнинг ўтказиш қобилияти тезлик катталашиши билан ортади ва илашиш коэффициентига боғлиқ эмас. Бу фараз фақат келажакда ҳаракатни автоматик бошқариш жорий этилганда амалга оширилиши мумкин.

(6.4.) ва (6.5.) тенгламалар қатнов қисмининг бир полосасидан тартибли ҳаракатланиш схемасига асосланган бўлиб, йўлдаги турли автомобилларнинг турли тезликлар ва ўзиб ўтишлар билан ҳаракат қилиб, карама-қарши йўналишда ҳаракатланиш учун ҳалақитлар содир қилишини ҳисобга олмайди.

Ҳаракатланиш жадаллиги ортиши билан автомобилларнинг ўзаро ҳалақитлари ортади ва оқимнинг ўртача тезлиги пасаяди (6.7 - расм), ва иккита ҳаракатланиш полосаси бўлган йўллар учун аралаш харакатланиш таркибида қўйидаги эмпирик боғлиқликга бўйсинади

$$\vartheta = \vartheta_0 - \alpha N , \qquad (6.6.)$$



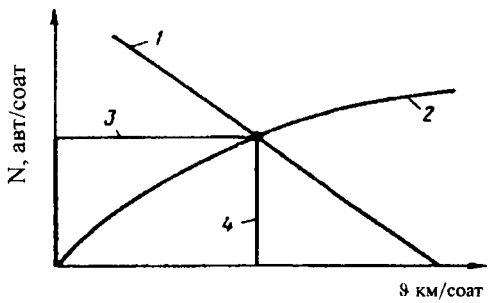
6.7 - расм. Йўлдаги ўртача тезликнинг ҳаракат жадаллигига боғлиқлиги: 1 - фақат енгил автомобиллар; 2 - аралаш транспорт оқими.

бу ерда ϑ_0 - ҳалақитлар бўлмаганда якка автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги, у йўл ва об-хаво шароитларига боғлиқ; N - ҳар икки йўналишда ҳаракат жадаллиги йиғиндиси, авт/соат; α - тезликнинг пасайиш коэффициенти, у ҳаракатланиш таркибига боғлиқ; Проф. В.В. Сильянов маълумотларига кўра транспорт оқими таркибидаги енгил автомобиллар 20% бўлганида α = 0,016, 50% бўлганида 0,012 ва 80% бўлганида 0,008га тенг.

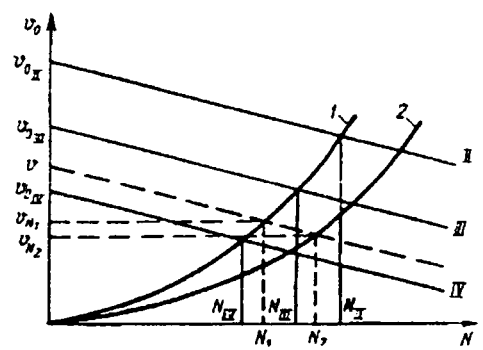
Бу ҳол (6.4.) тенгламадан фойдаланишни чеклаб қўяди, чунки автомобил оқимининг аниқланадиган ўтказиш кобилиятига мос келадиган ўртача тезлиги айни бир вақтда (6.6.) тенгламани ҳам

қаноатлантириши керак. Шунинг учун 6.8 - расмга мувофиқ, иккита ҳаракатланиш полосаси бўлган йўлнинг ўтқазиш қобиляти (6.4.) ва (6.8.) тенгламалар билан ифодаланадиган тўғри ва эгри чизиқларнинг, тезликнинг ўтказиш қобилиятига боғлиқлигини тасвирловчи графикдаги, кесишиш нуқтасига мос келиши керак.

Йўллардаги ҳаракатланиш тезлиги уларнинг техник такомиллашганлиги даражасига боғлиқлиги туфайли иккита ҳаракатланиш полосаси бўлган турли тоифадаги йўлнинг ўтказиш қобилияти (6.6.)тенглама билан ифодаланадиган эгри чизиқнинг тўғри чизиқлар билан кесишиш нуқталари билан аниқланади, бу нуқталар йўлдан кетаётган якка автомобилнинг ҳаракатланиш тезлиги ϑ_o қийматларига мос келади (6.9 - расм.).



6.8-расм. Йўл ўтказиш қобилиятининг транспорт оқими ҳаракат тезлигига боғлиқлиги: 1 - транспорт оқими тезлигининг жадалликка боғлиқлиги; 2 - турли ҳаракат тезликларида автомобиллар орасидаги интервал бўйича ҳисобланган ўтказиш қобилияти; 3 - полосанинг одатдаги ўтказиш қобилияти; 4 - одатдаги ўтказиш қобилиятидаги тезлик.



6.9-расм. Ҳаракатланиш режимларига кўра турли тоифадаги йўлларнинг ўтказиш қобилияти: 1 - нормал ҳаракатланиш режимларида назарий ўтказиш қобилияти; 2 - шунинг ўзи, мураккаблашган ҳаракатланиш шароитларида; II-IV - якка автомобилларнинг II-IV тоифали йўлларда ҳаракат тезлиги.

Агар жадаллик баён этилган усул билан топилган ўтказиш қобилиятига нисбатан ортадиган бўлса ҳаракатланиш шароитлари ёмонлашади. Аввал автомобиллар орасидаги захира масофа ℓ_3 камаяди, сўнгра автомобиллар орасидаги масофа тормозланиш йўли

узунлигидан кам бўлиб қолади, ҳайдовчилар иши оғирлашади. Натижада назарий ўтказиш қобилиятининг эгри чизиғи графикда гуё ўнгга силжийди ва бу силжиш хақиқий ҳаракат жадаллиги нормал ҳаракатланиш шароитларига мос келувчи ўтказиш қобилиятидан қанча катта бўлса, шунча кўп даражада бўлади (6.9 - расм).

Тезлик бунда сезиларли равишда пасаяди ($\vartheta_{N2} < \vartheta_{N1}$), жадаллик назарий ўтқазиш қобилятидан жиддий ортганида эса тирбандлик юзага келади.

Йўлларни лойиҳалаш меъёрларини ишлаб чиқишда харакатланиш полосасининг ўтказиш қобилияти (6.5) тенгламада кузатишлар йўли билан топилган транспорт оқими ўртача тезлигининг ва автомобиллар ўртасидаги оралиқнинг тезликка боғлиқлик эгри чизиқларидан фойдаланиб баҳоланган. Ўтказиш қобилиятининг амалдаги ўтказиш қобилиятининг олинган қийматларидан иборат қийматлари 6.1. жадвалда келтирилган. Бу қийматлар автомобил йўллари учун Қурилиш меъёрлари ва қоидаларини ишлаб чиқишда қабул қилинган йўл холатига мос келади - текис, бироз намланган ғадир будур сиртли қопламали йўл, кўринишлик таъминланган холда илашиш коэффициенти φ_δ =0,6. Об-ҳаво шароитлари ёмонлашганда ва қурилиш меъёрлари ва қоидаларини қаноатлантирмайдиган йўл участкаларида ўтказиш қобилияти камаяди.

Шунинг учун 6.1 - жадвалда келтирилган қийматлар умумий мўлжаллар учун хизмат қилади. Конкрет участкаларнинг ўтказиш қобилиятини аниқлашнинг амалий усуллари 24-бобда келтирилган (ушбу дарсликнинг 2 - қисмига қаранг).

6.1-жадвал.

Йўл тоифаси	Рельеф қуйидагича бўлганида битта ҳаракатланиш полосасининг ўртача амалий ўтказиш қобилияти, авт/соат		
	Текислик	Паст-баланд	Тоғли
II	1200	1100	1000
III	1000	900	900
IV	850	800	650
V	650	550	400

6.5. Йўлларнинг ҳаракат билан банд қилиниши ва ҳаракатланиш полосасининг ўтказиш қобилияти

Ҳаракатланиш полосасининг одатдаги ўтказиш қобилияти транспорт оқимининг қисман боғланган режимида энг катта ҳаракат жадаллигини тавсифлайди,бунда тезлик якка автомобилларнинг тезлигига нисбатан бироз камайган бўлади.

Йўлдаги харакат жадаллигига қараб автомобиллар учун ўзаро халақитлар сони ва уларнинг харакатланиш режимлари ўзгаради. Йўлларни лойиҳалашда қатнов қисмининг битта полосасида жадаллик қанчалик кам бўлиши кўзда тутилса, йўлдан фойдаланувчилар учун шунчалик катта қулайликлар яратилган бўлади.

Ҳаракатланиш полосаларининг автомобиллар билан банд бўлиши бандлик коэффициенти z билан тавсифланади, у хақиқий ҳаракатланиш жадаллиги $N_ф$ нинг ҳаракатланиш полосасининг одатдаги амалий ўтказиш қобилиятига нисбатига тенг. Транспорт оқимларининг тўртта ўзига хос холатлари бор (6.2-жадвал).

Йўлнинг уни лойиҳалаш вақтида кўзда тутиладиган ҳаракат билан ҳисобий бандлик коэффициенти унинг амалий ўтказиш қобилиятининг 0,45-0,55 қисмидан ошиб кетмаслиги керакки, ҳисобланган фойдаланиш муддатининг тугаш пайтида ва йўлни қайта қуриш эҳтиёжи туғилганида у 0,65-0,75 дан ошиб кетмаслиги керак. Бу билан режадан ташқари жадал юк ташишлар, шунингдек, мавсумий ва суткали энг кўп харакат жадаллиги учун заҳира ўтказиш қобилияти вужудга келтирилади.

Айрим ҳолларда, автомобил алоқаларининг тезкорлиги ва ишончлилиги биринчи даражали ахамиятган эга бўлганда, масалан, йирик ҳалқаро аэропортларга кириб боришда ўтказиш қобилиятининг энг кам фойдаланиладиган улушидан келиб чиқилади. Ўзининг бутун хизмат муддатида амалда бир хил бандлик билан ишлайдиган юк ташиш йўлларида, масалан, рудани кондан бойитиш фабрикасига етказиб беришда, аввалдан бошлаб боғланган ҳаракат режимларини кўзда тутиш керак, улар учун z 0,5-0,6 ни ташкил этиши мумкин. Бандлик коэффициентига мувофиқ қатнов қисмида ҳаракатланиш полосалари сони белгиланади.

Умум фойдаланиладиган йўлларни лойиҳалаш қурилиш меъёрлари ва қоидаларида II-IV тоифали йўлларда иккита ҳаракатланиш полосаси кўзда тутилади. Ўзиб ўтиш учун қарама-қарши ҳаракат полосасидан фойдаланилади.

6.2. жадвал.

Ҳаракат нинг қулайлик даражаси	Полосада ҳаракат жадаллиги	Оқимнинг холати	Автомобилларнинг ҳаракатланиш шароитлари	Бандлик коэффициенти z	Оқимнинг яка автомобил тезлигига нисбатан тезлиги	Ҳайдовчининг ишлаш шароити
А	360	Эркин	Ўзаро ҳалақитлар йўқ	0,2 дан кам	0,9-1,0	Енгил
Б	900	Қисман боғланган	Автомобиллар гуруҳи ҳосил бўлади, тез-тез ўзиб ўтишлар бўлади	0,2-0,45	0,7-0,9	Нормал
В	1200	Боғланган	Автомобиллар гуруҳи кўпаяди. Улар орасида интерваллар сақланади. Ўзиб ўтиш шароити мураккаблашади	0,45-0,70	0,55-0,7	Қийинлашган
Г	1600	тиғиз	Автомобилларнинг сидирға оқими ҳосил бўлади, тезлик анча пасаяди. Йўл шароитлари мураккалашган участкларда тирбандлик ҳосил бўлиши мумкин.	0,7-1,0	0,4-0,55	Қийин (оғирлашган)

Кўп полосали автомобил магистралларида полосалар сонини белгилашда, шунингдек, кўшимча ҳаракатланиш полосаларини қуриш жойларини аниқлашда (кўтарилишларда, паст-баландларда ва бошқ.) умумий ҳаракатланиш полосалари сони аниқланади:

$$n = \frac{N\varepsilon}{zN_{ут}}$$

бу ерда N - енгил автомобилларга келтирилган ҳаракат жадаллиги, авт/соат; ε - мавсумий нотекис ҳаракатланиш коэффициенти; z - айни йўлнинг қулайлик даражасига мос келувчи бандлик коэффициенти; $N_{ўт}$ - айни тоифадаги йўлнинг одатдаги ўтказиш қобилияти.

6.6. Лойиҳалаш учун техник шартлар

Автомобиллар назариясининг қонуниятлари ҳар қайси маълум турдаги автомобилнинг ҳаракатига тадбиқан автомобил йўлларининг планига ва профилига қуйиладиган талабларни асослашга имкон беради. Бироқ, юқорида айтиб ўтилганидек,йўллардан турли типдаги, юкланиши турлича бўлган ва ейилиш даражаси ҳар хил бўлган, бир-биридан психологик хусусиятлари ва малакалари билан фарқ қиладиган ҳайдовчилар бошқарадиган автомобилларнинг транспорт оқимлари ўтади. Шунинг учун йўлларни лойиҳалашда амалий фойдаланиш учун йўл элементларининг меъёрлари, тортишга оид хисоблашларга асосланган, автомобиллар ҳаракатининг баъзи ўртача шароитларидан келиб чиқадиган техник шартлар ишлаб чиқилади. Бунда автомобил транспортининг ривожланиш истиқболлари кўзда тутилади, бу билан йўл қурилиши соҳасида техникавий сиёсатни бир неча йил олдиндан белгилаб берилади.

Меъёрлар фақат замонавий автомобилларнинг динамик сифатларини ҳисобга олиб қолмасдан, балки мамлакатнинг моддий имкониятларини, шунингдек,қурилган йўллардан фойдаланиш тажрибаларини ҳисобга олади, бу тажрибалар олдин қабул қилинган ечимлар қай даражада ҳаракатланиш талабларини қондиришини кўрсатади. Меъёрларга аниқлик киритишда йўл шароитлари вужудга келтирган йўл транспорт ходисалари сабабини, жумладан, планда ва профилда йўл элементларининг муваффақиятсиз ўйғунлаштирилишини тадқиқ қилиш материаллари катта аҳамиятга эга.

Йўлларни лойиҳалаш учун техник нормативлар (меъёрий хужжатлар) ишлаб чиқишда энг мураккаб ва принципиал масала-ҳисобий тезликни танлашдир. Юқори тезликларда ҳаракатланиш махсус тайёрланган йўл бўлишини талаб этади. Йўлдаги ҳаракатланиш ҳисобий тезлиги қанча юқори бўлса, йўл бўйлаб бўйлама қияликлар, шунча кам бўлиши, пландаги ва профилдаги эгри чизиқларнинг радиуслари эса катта бўлиши, қоплама такомиллашган бўлиши керак. Бу ҳамма вақт, айниқса, мураккаб рельеф шароитларида ер қазиш ишлари ҳажми ортиши билан боғлиқ. Йўлнинг тоифаси орта боришига мос равишда уни қуриш қиймати ҳам ортади.

Йўл қурилишига қўйиладиган техник талабларга ёндошиш принципи 5.1 - расмда кўрсатилган схема билан тушунтирилиши мумкин. Ҳаражатларни қоплаш даврида 1 т. км юк ташиш қийматига келтирилган қурилиш ҳаражатлари ҳаракат жадаллиги қанча юқори ва

йўл қурилишида таъминланадиган тезлик қанча кам бўлса, шунча камаяди. Аксинча, юк ташишдаги транспорт харажатлари ҳисобий тезлик қанча юқори бўлса, шунча кам бўлади Графикдан кўриниб турибдики,хар қайси жадалликда жами харажатларнинг энг ками маълум, энг самарали ҳисобий тезликка мос келади.

Кейинги вақтларгача ҳисобий тезликларни меъёрлашда ва йўл ўтказиш вариантларини таққослашда биринчи ўринга қурилиш қиймати билан бирга автомобил транспортнинг юк ташиш ишлари самарадорлигини ошириш - тезликни ошириш қўйиб келинди. Бироқ, тезликлар йўл транспорт ҳодисалари сонининг ортиши ва ёнилғи сарфининг кўпайиши билан боғлиқ. Кимё саноати учун қимматбахо хомашё ҳисобланган нефтни тежаш зарурияти бўлган шароитларда кўп ҳолларда тежамли тезлик билан юк ташиш энг мақбул бўлади, бунда ёнилғи сарфи энг кам бўлади. Шунинг учун кейинги йилларда юқори тоифали йўлларда ҳисобий тезликни камайтириш анъанаси кузатилмоқда.

Қатор ҳудудларда қатнов қисмининг энини белгилашда, айниқса юқори тоифали йўлларда, қишлоқ хўжалигидаги махсус турдаги машиналарнинг ва транспорт машиналарининг ҳаракатланишини ҳисобга олиш зарур. Йил давомида юк ташиш мавсум бўйича тақсимланган ҳудудларда ҳисобий ҳаракат жадаллигини аниқлашнинг турли усуллари қўлланади. Йўл пойи, сув-иссиқлик режими ва йўл қопламалари тўғрисидаги маълумотларни аниқлаш уларнинг конструкцияларини ўзига хос табиий ҳудудларга татбиқан конкретлаштириш имконини беради.

Мухандис ўзининг амалий фаолиятида хар қандай меъёрлар ва техник шартларнинг талаблари уларни тузиш даврида бизнинг билимларимиз даражасини акс эттиришини яққол тасаввур этишлари керак. Уларни математика ёки физиканинг ўзгартириб бўлмайдиган қонунлари, улардан четга чиқиш доим хатоларга олиб келади деб қараш керак эмас. Маҳаллий табиий шароитларни, харакатланиш қонуниятларини, транспорт воситаларининг янги турларини, маҳаллий материалларнинг хоссалари ва хоказоларни синчиклаб тахлил этиб, муҳандис зарурат бўлганида йўл лойихаларини тасдиқловчи идораларга ўзининг меъёрий ечимлардан фарқ қиладиган асосланган ечимларини таклиф этиши шарт.

Ўзбекистон Республикаси худудини ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган «Қурилиш меъерлари ва қоидалари ҚМҚ 2.05.02-95» «Автомобил йўллари» ва ҚМҚ 2.05.11-95 «Ички хўжалик йўллари» Ўзбекистон Республикаси давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси

«ДАВАРХИТЕККУРИЛИШҚЎМ» нинг 1996 йил 27 мартдаги 18 сонли буйруғи билан тасдиқланган. Қўлланиш муддати 1 май 1996 йил. Ушбу меъер ва қоидалар Ўзбекистон Республикасидаги янги қурилаётган ва таъмирланаётган умум фойдаланувдаги ва ички хўжалик автомобил йўлларини лойиҳалашда қўлланилади. Шунинг учун СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» ва СНиП 2.05.11-83 «Внутрихозяйственные дороги» Ўзбекистон Республикаси худуди учун 1 май 1996 йилдан бошлаб ўз кучини йўқотади.

ИККИНЧИ БЎЛИМ

ЙЎЛЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШДА ТАБИИЙ ОМИЛЛАРНИНГ ТАЪСИРИНИ ХИСОБГА ОЛИШ

7-боб

ЙЎЛГА ТАБИИЙ ОМИЛЛАРНИНГ ТАЪСИРИ

7.1. Табиий омиллар

Автомобил йўлининг хизмат қилиши унга кўп сонли табиий геофизик омилларнинг таъсир этишига боғлиқ, улардан иқлим ва гидрологик шароитлар, шунингдек, жойнинг рельефи ва тупроқ геологик тузилиши энг кучли таъсир этади.

Айрим табиий омилларнинг йўлга таъсирини кўпинча ажратиб кўрсатиш қийин, чунки йўл қурилиши ёки ундан фойдаланиш шароитларига бу омиллар ўзининг бевосита таъсиридан ташқари улардан ҳар бири бошқа омиллар билан ўзаро алоқада бўлиб, улар таъсирини ё камайтиради ёки кучайтиради. Шунинг учун йўл ўтказиладиган ҳудуднинг табиий шароитларини умумий баҳолашда уларни табиий омилларнинг маълум қўшилмалари билан тавсифланувчи алоҳида табиий-географик зоналарга тадбиқан комплекс тарзда кўриб чиқиш зарур. Одамнинг ишлаб чиқариш фаолияти таъсирида табиий шароитларнинг ўзгариш истиқболларини назарда тутиш керак. Масалан, табиий суғориш кўпинча сизот сувлари сатҳини кўтаради ва анча юмшоқ микро-иқлим ҳосил қилади, ўрмонларни кесиш жой захининг қочирилишига олиб келади ва ҳоказо.

Жойнинг рельефи йўл ўқ чизиғи (трасса)ни танлашда қўлланадиган бўйлама нишабликлар ўқ чизиғини ёнбағирликлар бўйлаб узайтириш заруратини, ботқоқланган ва сув босадиган жойларни айланиб ўтишни белгилаб беради. Кичик кўприкларга ва қувурларга оқиб келадиган сув миқдори жойнинг рельефига боғлиқ. Тоғли ва кучли паст-баланд жойларда йўл пойининг сув ва ҳарорат режими йўл ўтказилган ёнбағирларнинг экспозициясига (бошланғич тафсилотларига) боғлиқ. Йўл қурилиши вақтида рельефнинг хусусиятларини ер қазиш ишлари усулларини танлашда ва юкланган транспорт воситаларининг харакатланиш йўлларини белгилашда ҳисобга олишга тўғри келади.

Рельеф шароитлари йўлдан фойдаланиш жараёнида автомобилда юк ташиш қийматида аксланади. Тик қияликлар транспорт воситаларига юкларни камроқ ортиш ва ёнилғи сарфини ошириш

заруриятини келтириб чиқариши мумкин. Сирпанчиқ қопламада, айниқса яхвонликда йўлнинг катта қияликларида ҳаракатланиш хавфли.

Рельефнинг хусусиятлари ер қобиғи сирт қатламларининг геологик тузилиши билан узвий боғланган ва улар ривожланиш динамикасида кўриб чиқилиши керак. Рельефнинг турғунлиги энг кам бўлган шакллари - ўсимлик ўсмайдиган қумли тепаликлар, сланецли очилиб қолган жойлар, тупроқли тик қияликлар нураш жараёнларига шунчалик кучли учраганларки, йўлларни лойиҳалашда улар хисобга олиниши керак. Рельефнинг асосий элементларини қуйидаги тарзда таснифлаш мумкин:

текисликлар - рельефи кучсиз бўлган қуруқ ерлар; булардаги алоҳида нуқталарнинг нисбий баландликлари нисбатан кам ўзгаради. Сирт умуман текис бўлгани билан унинг айрим жойларида баландлик ёки пастликлар (тепаликлар, товоқсойлар, сойлар ва бошқалар) бўлиши мумкин;

тепаликлар - этаги сатҳидан баландлиги 200 м дан ошмайдиган кўтарилган жойлар, улар текисликка равон ўтади;

тоғлар - анча баланд кўтарилишлар бўлиб,этаги кескин қиёфага эга бўлади. Тоғли баландликлар бир-бирига ўтиб, тоғ тизмаларини ҳосил қилади.

Йўлларни лойиҳалаш бўйича меъёрий адабиётлар рельеф элементларини трассани ўтказиш қийинлиги ва энг катта бўйлама қияликларнинг ҳамда кичик радиусли эгриликларнинг қўлланиш такрорлиги нуқтаи назаридан кўриб чиқади. Тез-тез чуқур водийлар билан кесилган, водий ва сув айиргичлар белгилари ўртасидаги фарқи кўпи билан 0,5 км да 50 метрдан ортиқ бўлган,ён томонида чуқур сойлар ва жарликлар бўлган, бази ҳолларда нотурғун ёнбағирлар бўлган ўнқир-чўнқирли жойлар қийин тоифали рельефга киради. Тоғли жойнинг қийин участкаларига тоғ тизмалари орқали ўтган довонлар ва кучли емирилган ёки ён бағирлари етарлича турғун бўлмаган даралар киради.

Йўлларни лойихалашга татбиқан рельефнинг беш тоифасини кўрсатиш мумкин (7.1-жадвал).

Жойнинг рельефи қанчалик мураккаб бўлса, трасса йўналишини белгилашда шунчалик катта бўйлама қияликлар бўлишига йўл қўйишга тўғри келади ва йўл шунчалик эгри-бугри бўлади:

Рельефнинг мураккаблик тоифаси	1	2	3	4	5
Трассанинг узайиш коэффициенти	1,1	1,1-1,15	1,15-1,25	1,25-1,4	1,5

Турли тоифали йўллар учун рельефнинг мураккаблиги турлича бўлганда ер қазиш ишларининг ўртача хажми 7.2 - жадвалда келтирилган.

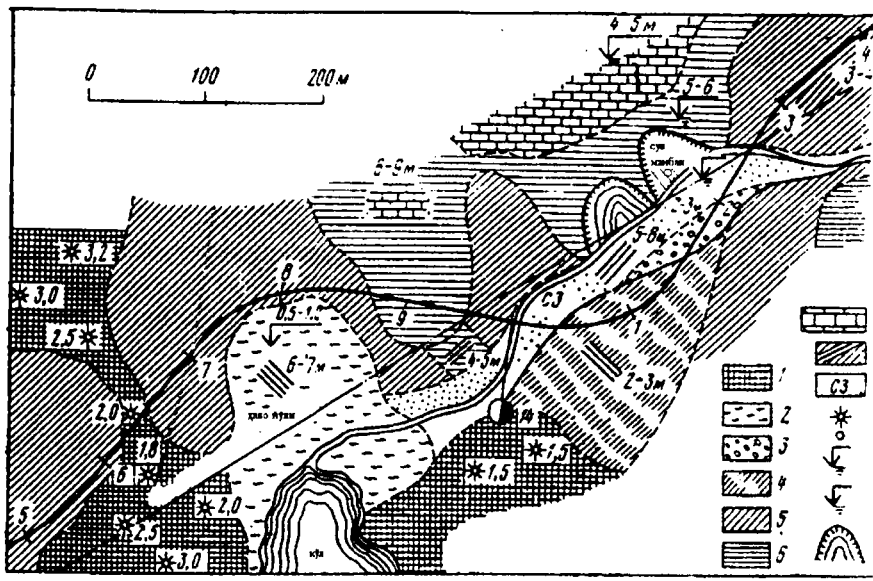
7.1 - жадвал

Мураккаб-лик тоифаси	Рельефнинг номи	Рельефнинг тавсифи
1	Текислик	Кенг сув айиргичлари, дарё водийлари қиялама ёнбағирлиги бўлган текисликлар
2	Кам тепаликли	Алоҳида паст тепаликлари ва товоқсойлари, қиялама сув айргичлари, сийрак жарликлар ва сойлар билан бўлинган жой
3	Жуда паст-баланд	Бўлинган рельефли сертепа, тор эгри-буг-ри сув айирғичлари ва кўп жарликлари бор жой. Тоғолди ва тоғ ёнбағирларининг пастки қисмлари. Тепаликлар кўп бўлган жой.
4	Адрли	Рельефи кучли бўлган тоғ ёнбағирлари ва ёнбағирлар, тор даралар ва тоғ дарёлари водиийлари бор,ёнбағирлар ва сув оқими ўзанлари жуда тик
5	Тоғли	Бирин-кетин жойлашган тизмалар, тик узилган, тоғ ёнбағирлари билан кучли парчаланган, тик жарликлари бор эгри- бугри тоғ даралари.

7.2-жадвал.

Йўлнинг тоифаси	Рельеф қўйидагича бўлганида, ер қазиш ишларининг ўртача ҳажми, 1км га минг м^3 ҳисобида		
	Текислик	Жуда паст-баланд	Тоғли
I	60-90	90-120	-
II	25-50	50-70	70-130
III	15-30	30-50	50-100
IV	10-20	20-40	40-70
V	5-15	15-30	30-50

Геологик шароитлар трасса ўтказиладиган худудларда тоғ жинсларининг турғунлик даражасини тавсифлайди (7.1-расм). Турғун бўлмаган сиртқи қатламланиш (ўпирилишлар, кўчкилар ва карст бўшлиқлари) бор бўлса, лойиҳаларда йўл ўқини бошқа, турғунроқ участкаларга кўчиришга тўғри келади, бунинг иложи бўлмаганда йўл пойи ва йўл иншоотларнинг турғунлигини таъминлаш бўйича махсус чора-тадбирлар кўзда тутилиши керак.



7.1-расм. Жойнинг геологик шароитлари мураккаблигини ҳисобга олиб йўл ўқ чизиғини ўтказиш /проф. Б.М.Гуменский бўйича/:
1 - ўртача зичликдаги, яхши чириган торф; 2 - кўл балчиқлари бор, юкламага чидамсизроқ жой; 3 - шағал; 4 - қумлоқли тупроқ қоплами; 5 – қумлоқ тупроқ уюмлари; 6 - қатламли зич лойлар /девон ётқизиқлари/; 7 - охактош; 8 - устки қопламлар остида ётган жинсларни кўрсатиш усуллари; 9 - ўртача донли қум; 10 - ботқоқликларни текшириш жойи ва торф қатлами қалинлиги; 11 - сизот сувларининг булоқ тарзида чиқиш жойлари; 12 - сизот сувларининг ётиш чуқурлиги; 13 - босимли сувларнинг ётиш чуқурлиги; 14 - ўпирилиш мавжуд бўлган жойлар.

Геологик маълумотлар маҳаллий йўл-қурилиш материаллари (тош, қум, шағал) борлигини аниқлашга имкон беради, йўл қопламалари учун ишлатиладиган ташиб келтириладиган материалларга нисбатан маҳаллий материалларни афзал кўриш керак.

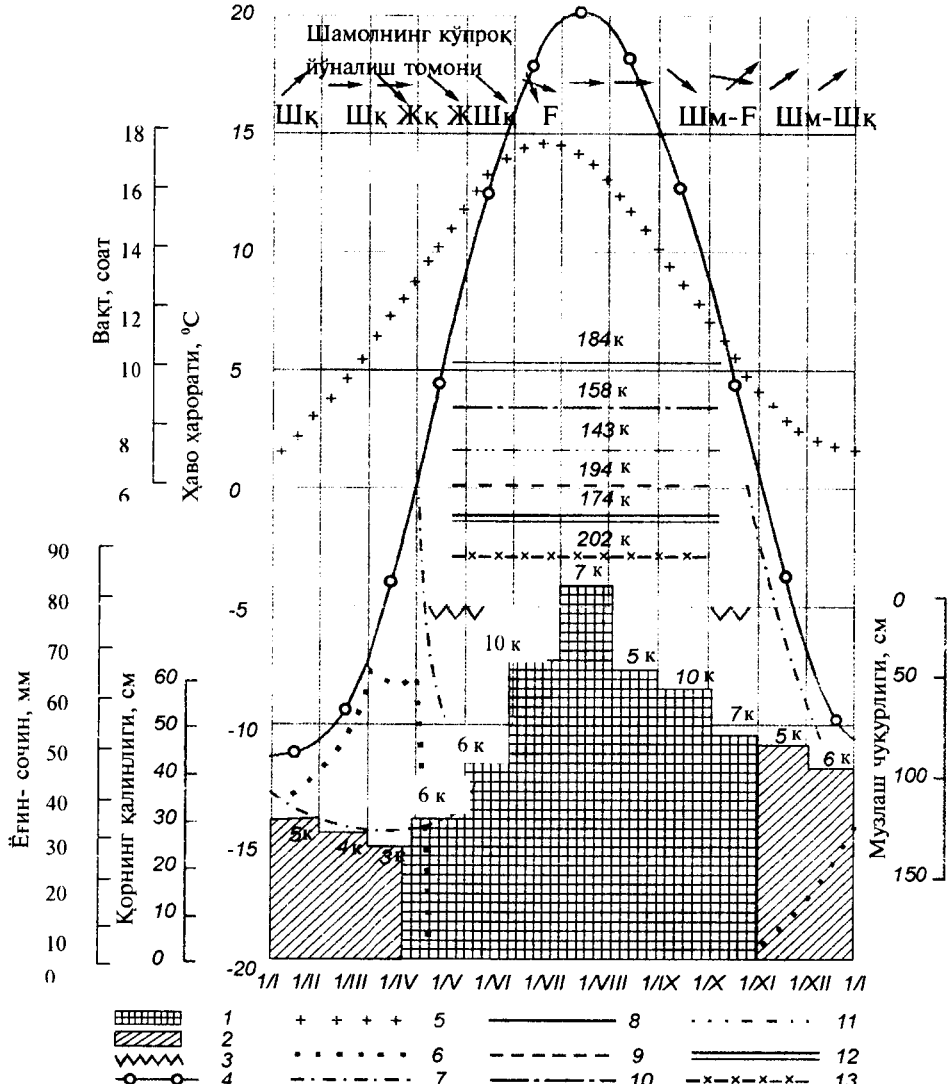
Трасса йўналишини танлашда грунт шароитларини ҳисобга олиш зарур. Йўл пойининг тузилиши грунт шароитларига боғлиқ бўлади; йўлдан сувни четлатиш талабларини хам назарда тутиш зарур. Ноқулай грунтлар - сочилувчан, шамол билан учириб кетиладиган грунтлар, шўр босган ва ботқоқланган участкаларни айланиб ўтишга ҳаракат қилинади.

Иқлим шароитлари айниқса йўллардан фойдаланиш шароитларига катта таъсир этади. Бунга ҳарорат амплитудаси ва ҳароратнинг ўзгариш тезлиги, ҳароратнинг максимуми ва минимуми, ёғин-сочин миқдори ва буғланиш, шамолнинг йўналиши ва тезлиги, қорнинг қалинлиги, музлаш чуқурлиги киради. Иқлим шароитлари кўпинча қурилиш мавсумининг давомийлигини чеклаб қўяди ёки ишларни бажаришнинг махсус усулларини қўллашни талаб этади, бу эса ишларни қимматга туширади ва мураккаблаштиради.

Ёғаётган қор ва бўронлар йўлда ҳаракатни тўхтатиб қуйиши мумкин. Йўлга тушадиган қор ҳажми йўлнинг қиш давридаги асосий шамол йўналишига нисбатан жойлашувига ва қор йиғиш хавзасининг ўлчамларига боғлиқ. Яхвонлик пневматик шиналарнинг қоплама билан илашиш коэффициентини камайтириб, йўл-транспорт ҳодисалари юз бериши хавфини туғдиради. Музлаган йўл пойида намнинг қайта тақсимланиш ва муз қатламчалари ҳосил бўлиш жараёни содир бўлади, улар баҳорда эриб, грунтни ўта намлайди ва йўл қопламасининг мустаҳкамлигини камайтиради.

Йўл ўтказилаётган ҳудуднинг иқлим шароитларини таққослаш учун йилнинг айрим даврларида иқлим характеристикалари графиги қурилади (7.2 - расм), унда йил давомида ҳароратнинг ўзгариши, тушган ёғин-сочин миқдори, музлаш чуқурлиги ва қор қатлами қалинлиги ва бошқа характеристикалар белгилаб чиқилади, улар йўл элементларини лойиҳалашда ва қурилишни ташкил этишда фойдали бўлиши мумкин. Иш сменалари сонини режалаштириш ва қурилиш майдончаларини сунъий ёритишни ҳисоблаш учун графикда сутканинг ёруғ даври давомийлиги кўрсатилади. У ёки бу йўл ишларини бажариш мумкин бўлган ҳароратни билган ҳолда иқлим характеристикалари графигида бу ишларни бажариш мумкин бўлган даврлар белгилаб қўйилади. Бунда шуни назарда тутиш керакки, қурилишнинг механизациялаштирилиш даражаси ортиши ва уни бажаришнинг индустриал усулларига ўтиш билан, шунингдек, янги йўл конструкцияларини қўллаш ва ишларни бажариш технологиясини такомиллаштириш билан иқлим шароитлари омилларнинг таъсири камаяди. Кўпгина ишлар, масалан, бир жойда

бажариладиган ер қазиш ишлари ва йўл қопламаларининг тошли асосларини қуриш ишлари ҳозир қиш даврида ҳам муваффақиятли бажарилмоқда.



7.2-расм. Йўл ўтказиладиган худудда иқлим тавсифларининг графиги: 1 - ёмғир ёғин-сочинлари; 2 - қор ёғин-сочинлари; 3 - тупроқ йўллардаги лойгарчилик даврлари; 4 - ҳарорат; 5 - кун ёруғ даврининг давомийлиги; 6 - қор қопламининг қалинлиги; 7 - музлаш чуқурлиги; 8 - ер қазиш

ишларини бажариш ва йўл асосларини қуриш даври; 9 -кичик кўприклар ва қувурлар қуриш; 10 - асфальт-бетон қопламалар қуриш; 11 - такомиллаштирилган енгил қопламалар қуриш; 12 - цемент-бетон қопламалар қуриш, 13 - трасса ёнида карьерларни қазиш.

Гидрологик ва гидрогеологик шароитлар тушаётган ёғин-сочин миқдори, сувнинг оқиш ва бўғланиш шароитлари, қор қоплами қалинлиги ва баҳорги эриш жадаллиги, сизот сувларнинг ётиш чуқурлиги ва улар режимларининг хусусиятлари, дарё ва ариқчаларнинг режимлари билан характерланади. Бу ҳамма шароитлар сув кетказишни лойиҳалашда ва йўл пойининг конструкциясини танлашда ҳисобга олиниши керак.

Йўл қурилиши ва ундан кейинчалик фойдаланиш шароитларига табиий омилларнинг таъсирини баҳолашда тескари боғланишни - йўл қурилиши натижасида иқлим шароитларининг ўзгаришини ҳисобга олиш зарур. Масалан, йўлга ажратилган полосада ўсимликларни кесиб ташлаш ва йўл олди полосасини тозалаш унинг захи қочирилишига, қишда грунтнинг чуқур музлашига ва баҳорда тез эришига ёрдам беради. Ботқоқликни торфни сиқиб турадиган кўтарма билан бўғиб қўйилганда сизот сувларнинг сирқиб чиқишини тўхтатиши ва ботқоқланиш жараёнини ўзгартириши мумкин.

7.2. Йўл пойининг намланиш манбалари

Йўл пойининг нам билан тўйиниши жуда хавфли ҳодисадир, чунки бунда йўл қопламининг мустаҳкамлиги ва кўтарма қияликлари хамда ўйилмаларининг турғунлиги камаяди. Сув йўл пойига икки йўл билан кириши мумкин: сиртдан сизиб кириб ва капиллярлар бўйлаб кўтарилиб ҳамда сизот сувлар сатҳидан кўтарилган буғлар ва пардалар тарзида.

Тушаётган ёмғир суви қисман ер сиртида оқади, қисман эса ичкарига сизиб кириб, юқорида ётган грунт бўшлиқларидаги сув ўтказмайдиган қатлам устида тўпланади. Сизот сувларининг шу тарзда ҳосил бўлган, сув ўтказмайдиган қатлам пастки қисмининг бўшлиқларини тўлдирадиган сирти жой рельефининг юмшаган нусхасидан иборат бўлади. Сизот сувлари сатҳи тепаликлар остида бироз кўтарилади ва водийлар остида бироз камаяди.

Сизот сувлари сатҳи ер сиртига чиққан жойларда булоқлар ёки ботқоқ ҳосил бўлади. Бу ерда сизот сувлари сатҳи пасаяди. Сув оқими

йўналишидаги текисликда грунт профилида сизот сувлари сатҳи депрессия эгри чизиғини ҳосил қилади, сув ўтказадиган грунт қанчалик кам бўлса, бу эгри чизиқ шунча тикроқ бўлади.

Грунт заррачалари ўртасидаги оралиқлар кичик бўлади ва номунтазам шакли ҳамда ўзгарувчан кесимли ингичка каналлар - капиллярлар ҳосил қилади. Сув бу капиллярлар бўйлаб грунт сувлари сатҳидан ҳосил бўлган молекуляр кучлар таъсирида атрофдаги грунтга тарқалади ва туриб қолган жойларидан грунт сиртига тарқалади. Шундай қилиб, сизот сувлари устида ва грунтнинг сиртқи қатламида ёмғирдан кейин капилляр сувнинг икки зонаси бўлиши мумкин: сизот сувлари сатҳидан кўтариладиган ва муаллақ сув деб аталадиган сув (у сизот сувлари сатҳи билан боғланмаган бўлади) ва атмосфера ёғинларидан кейин майда заррали грунтларнинг ташқи сиртида ҳосил бўлган сув.

Сувнинг намлаш манбаларидан грунтдаги капилляр бўйлаб кўтарилидиган сатҳи грунт зарраларининг йириклигига ва шиббаланиш даражасига боғлиқ. Қумда капилляр бўйлаб кўтарилиш баландлиги катта эмас (30 - 50 см дан кам), чангсимон грунтларда эса бир неча метрга етиши мумкин.

Намнинг капилляр бўйлаб кўтарилиш сатҳидан юқори жойлашган грунт қатламида юпқа пардасимон сув, шунингдек грунт заррачалари орасидаги ғавакларда, сув буғлари бўлади.

Йўл пойидаги сизот сувларининг айрим турлари йил давомида статик мувозанатда қолмайди. Ташқаридан оқиб келадиган сув, шунингдек, ҳарорат ҳамда атмосфера босимининг ўзгариши таъсирида сизот сувлари сатҳи ва капилляр кўтарилиш сатҳи, шунингдек , сув буғлари ва пардасимон намнинг юқори ҳароратли жойдан пастроқ ҳароратли жойга силжиши ўзгариб туради.

Шундай қилиб, йўл пойини намлаш манбаларига қуйидагилар киради: ёғаётган ёғин-сочин, ёмғир сувлари ва жойдаги қияликлардан оқиб тушаётган эриган қор суви, сизот сувлари сатҳидан капиляр кўтарилиш сувлари, ҳаводаги сув буғларининг конденсацияланиши, пардасимон намнинг грунт заррачалари сирти бўйлаб силжиши.

Иқлим минтақаси, махаллий шароитлар ва йил фаслларига кўра олдатда йўл пойи намланишининг у ёки бу сабаблари кўпроқ бўлади.

7.3. Йўл пойининг сув режими

Йўл пойидаги намлик миқдори йил мобайнида доимий бўлиб қолмайди ва маълум вақт оралиқларида сув баланси тенгламасига мувофиқ ўзгаради

$$W=(A+B+C)-(D+E+F),$$

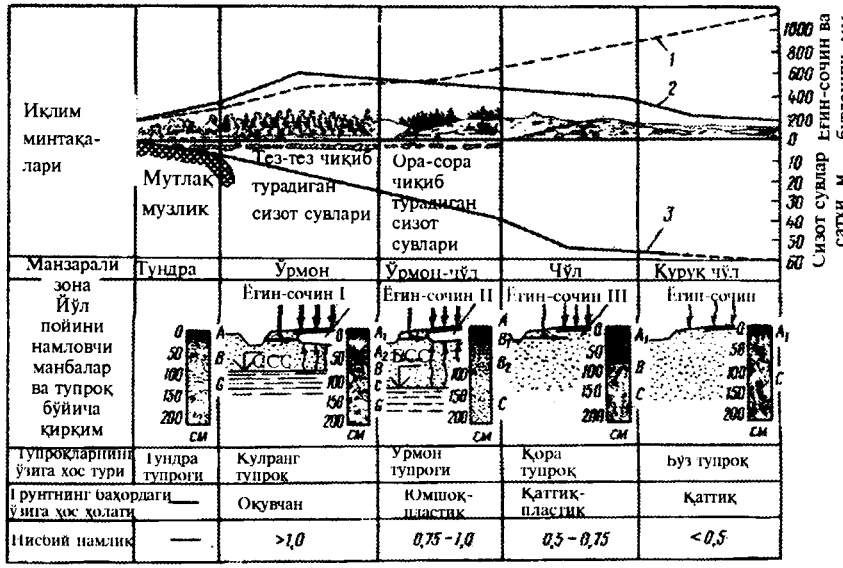
бу ерда А - йўл пойига тушадиган ёғин-сочин миқдори; В - йўлга ёндош жойдан оқиб тушадиган сувнинг тарқалиши; С - сизот сувлари сатҳидан капиллярлар бўйлаб, шунингдек, намнинг пардасимон ва буғсимон силжиши натижасида оқиб келадиган сув; D - йўл пойидан оқиб тушадиган сув; Е - грунт сиртидан намнинг буғланиши; F - йўл пойидан сувнинг грунтнинг чуқур қатламларига сизиши.

Йўл пойининг сув режими ўзгаришига, атмосфера ёғинларидан ташқари, йил давомида йўл пойи қисмида ҳарорат градиентлари ҳосил қиладиган ҳарорат ўзгариши катта таъсир кўрсатади, булар таъсирида грунтдаги сув анча иссиқ жойлардан анча совуқ жойларга силжийди.

Йил циклида йўл пойи намлигининг ўзгариши проф. А.Я. Тўлаевнинг таклифига кўра, қуйидаги даврларига бўлинади: I - кузда грунтга ёмғир сувларининг сизиши натижасида намнинг дастлабки тўпланиши; II - йўл пойининг қишда музлаши ва намнинг қишда қайта тақсимланиши; III - йўл пойидаги музнинг эриши ва грунтнинг баҳорда ўта намланиши; IV - йўл пойининг ёзда қуриши.

Сув режими маҳаллий иқлим шароитларига жуда боғлиқ,чунки сув баланси тангламасига кирадиган омилларнинг таъсири турли иқлим худудларида турлича намоён бўлади.

МДҲнинг Европа қисмида шамолий - ғарбдан жанубий шарққа борган сари йўл пойини намловчи манбалар ролининг ўзгариши 7.3 - расмда кўрсатилган.



7.3 - расм. Йўл пойи намланиш манбалари ва иқлим омилларининг МДҲ нинг Европа худуди бўйича ўзгариши. Намлик оқувчанлик чегараси улушларида берилган:

I - буғланиш; 2 - ёғин-сочин; 3 - сизот сувлари сатҳи; I - тез-тез рўй бериб турадиган кўпчишлар; II - мумкин бўлган кўпчишлар; III - буғларнинг конденсацияланиши натижасида намликнинг ортиши; A, B, C, G - характерли тупроқ қатлами сатҳи (A - чириндили ва элювиал; B - аллювиал; C - тупроқ ҳосил қилувчи жинслар; G - лой босган).

7.4. Қишда йўл пойида намнинг қайта тақсимланиши ва дўмпайиш (пучина) ҳосил бўлиш жараёни

Кузи серёмғир ва қиши совуқ шимолий районларда қурилган йўллар учун йўл пойида намнинг қишда қайта тақсимланиши характерли бўлиб, улар грунтнинг юқориги қатламларида нам тўпланишига олиб келади.

Музлаш жараёнида йўл пойи танасида (сизот сувлари сатҳида) нолдан юқори 4-6° С, грунтнинг музлаган юқориги қатламларида эса манфий ҳароратлар фарқи ҳосил бўлади. Нам ҳароратлар фарқи

натижасида намлик иссиқ грунтдан музлаш чегарасига қараб силжий бошлайди. Музлаётган грунтда сув силжишининг бир қанча йўллари мавжуд:

намнинг грунт заррачаларини ўраб олган пардалар бўйича иссиқроқ заррачалардан катта сиртий энергияга эга бўлган совуқ заррачалар томон силжиши;

музлаган грунт заррачаларининг сиртидан грунтда мавжуд бўлган грунт бўшлиқларида (ғовакларида)ги конвекцион циркуляцияда пастки илиқ қатламлардан ҳаво билан келтириладиган сув буғларининг конденсацияланиши йўли билан. Намнинг буғсимон тарзда силжиши грунтнинг намлиги капилляр нам сиғимига яқин бўлганида тўхтайди, бунда капиллярлар сув мениски ҳалқалари билан туташа бошлайди;

музлаган сув ингичка капиллярлар бўйлаб грунтнинг музлаган қисмига кристалланиш марказлари томон сўрилади.

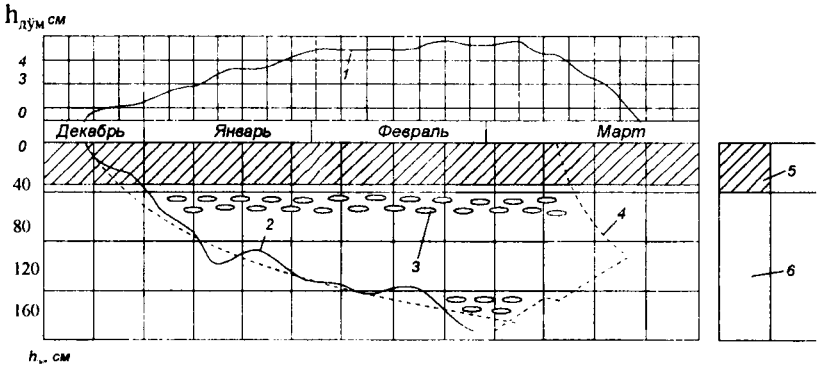
Грунтнинг музлаган қалинлиги чегараларида капиллярлардаги сув минус 0,2° С да музлайди. Харорат 0° С дан пасайганида сув музлаб айрим йирик ғовакларда муз кристаллари ҳосил қилади.

Муз кристалларига тегиб турган грунт заррачаларидаги сув пардалари сирт қатламларидаги сув молекулалари ҳарорат пасайганида муз кристалларига тортила бошлайди ва уларнинг кристал панжарасига кўшилади. Майда донли грунтларда бу кристаллар ҳажми бўйича аста-секин катталашаборади ва ўз атрофидаги грунтдан ҳамда грунтнинг музламаган пастда жойлашган қатламларидан намни ўзига тортиб олади. Табиати хали тўла ўрганилмаган, ҳосил бўладиган сўриш кучи сувни пардалар ва ингичка капиллярлар тизими бўйича музламаган қатламлардан музлаш марказлари томон ҳаракатланишга мажбур этиб, грунтда муз қатламчалари ҳосил қилади. Сувнинг ҳаракатланиши 0 дан минус 3° С гача жадал ўтади. Анча паст ҳароратларда бўш боғланган пардасимон сувнинг катта қисми музлайди ва намнинг грунтда тарқалиши амалда тўхтайди.

Грунтнинг аста-секин музлаш жараёни давомийлиги қанча узоқ бўлса, яъни грунтнинг бирор қатламининг харорати узоқ вақт давомида 0 дан минус 3° С гача бўлган ҳароратларда турса, ўсаётган муз кристалларига тортилаётган сув миқдори шунча кўп бўлади. Грунт тез музлаганида кристалланишнинг ҳар қайси марказига яқинлашишга улгирган нам миқдори унча катта бўлмайди, чунки музлаш чегаралари пастга туша боргани сари грунтда кристалланишнинг янги марказлари ҳосил бўлиб, нам оқими

ўшаларга қараб йўналади. Муз қатламчаларининг тўпланиш горизонтлари одатда эрувгарчилик даврларига тўғри келади, бунда музлаш чегаралари бир сатҳда туради.

Ўсаётган муз кристаллари грунтдаги мавжуд ғовакларни тўлдириб, муз қатламчалари ҳосил қилади, улар грунт заррачаларини суради ва грунтнинг дўмпайиши (кўпчиши)ни ҳосил қилади (7.4 - расм), бу эса қаваришланишга олиб келади.



7.4 - расм. Қиш фаслида грунтнинг музлаш чуқурлиги ва кўпчишнинг ортиши:
1 - қопламанинг кўпчиши; 2 - грунтнинг музлаши; 3 - муз линзалари; 4 - грунтнинг эриши; 5 - йўл тўшамаси; 6 - йўл пойи грунти.

Грунт бахорда муздан эриганида йўл пойининг жуда намланган, музи эриган грунтининг юкланишларга қаршилик кўрсатиши кескин камаяди. Йўл тўшамаси етарлича мустаҳкам бўлмаган йўлларда йўл тўшамасининг бузилиши (бахорги дўмпайишлар) билан боғлиқ бўлган ўзига хос деформациялар ҳосил бўлади.

Грунт қатламларидан юқорида жойлашган оғирлик кўрсатадиган қаршилик муз тўпланишини қийинлаштиради ва муз қатламчалари ҳосил бўлишига қаршилик кўрсатади. Шунинг учун музлаш чуқурлиги ортиши билан грунтда муз кристаллари ҳосил бўлиш жадаллиги пасаяди. Кристаллар амалда ҳосил бўлиши тўхтаган чуқурлик критик музлаш чуқурлиги деб аталади.

Намнинг силжиши ва музлаган грунтда унинг тўпланиши жараёни ўлчамлари 0,5 дан 0,002 мм гача бўлган заррачалари кўп чангсимон грунтларда жадал кечади. Бу грунтларда грунт заррачаларининг сиртлари етарлича ривожланган ва бу кристалланиш марказига кўп миқдоридаги пардасимон сувларнинг тортилишини

таъминлайди. Бу грунтларда буғсимон намнинг силжиши содир бўлиши учун грунт ғоваклари ҳам етарлича йирик бўлади.

Лойли заррачалари кўп миқдорда бўлган грунтларда сув секин ҳаракатланади, чунки лойли грунтларнинг ингичка ғовакларида боғланган сувнинг қовушоқлиги жуда катта, грунтларнинг микроструктураси эса сувнинг ҳаракатланиши учун анча қаршилик кўрсатади.

Грунтда қишда нам тўпланиш жадаллигининг характеристикаси бўлиб дўмпайиш коэффициенти $K_п$ хизмат қилиши мумкин, у грунт сирти кўтарилиш баландлигининг музлаш чукурлигига нисабатини ифодалайди. Проф. Н.А. Пузаковнинг маълумотларига қараганда қулай грунт-гидрологик шароитларида $K_п$=2-3%. Ноқулай ҳолларда, масалан, сизот сувларининг сатҳи грунт сиртига яқин бўлганида $K_п$=15-20% га етиши мумкин. Йўл пойини намлаш манбалари турлича бўлганида қиш даврида йўл пойида тўпланган умумий нам миқдорини аниқлаш учун бир қатор усуллар ишлаб чиқилган (проф. И.А. Золотар, проф. В.М. Сиденко ва б.). Улардан энг оддийси автомобил йўлларининг йўл пойи сув режимини ҳисоблаш талабларини етарлича каноатлантирадиган бўлиб, проф. Н.А. Пузаков томонидан таклиф этилган.

Кесимининг юзаси бирга тенг бўлган грунтнинг тепадан музлайдиган устунчасида қишда нам тўпланиши жараёнини кўриб чиқамиз.

Йўл пойини намлайдиган манбаларнинг турига қараб қуйидаги учта схемадан бири содир бўлиши мумкин.

1.Сиртқи сувларнинг оқиб кетиши таъминланган, сизот сувлари сатҳи чукур ётган ва ёғин-сочин миқдори нисбатан кам бўлган қуруқ жойлар.

Бу ҳолда йўл пойининг юқориги қатламларида намнинг тўпланиши намнинг буғланиб силжиши, манфий ҳароратлар зонасида пардасимон намнинг конденсацияланиши ва қайта тақсимланиши натижасида содир бўлади. Грунтларнинг музлашини кузатишлар шуни кўрсатадики, ҳаво ҳароратининг ўзгариб туришига қарамасдан, қиш давомида маълум манфий ҳароратнинг тарқалиш чуқурлиги қўйидагича ифодаланиши мумкин:

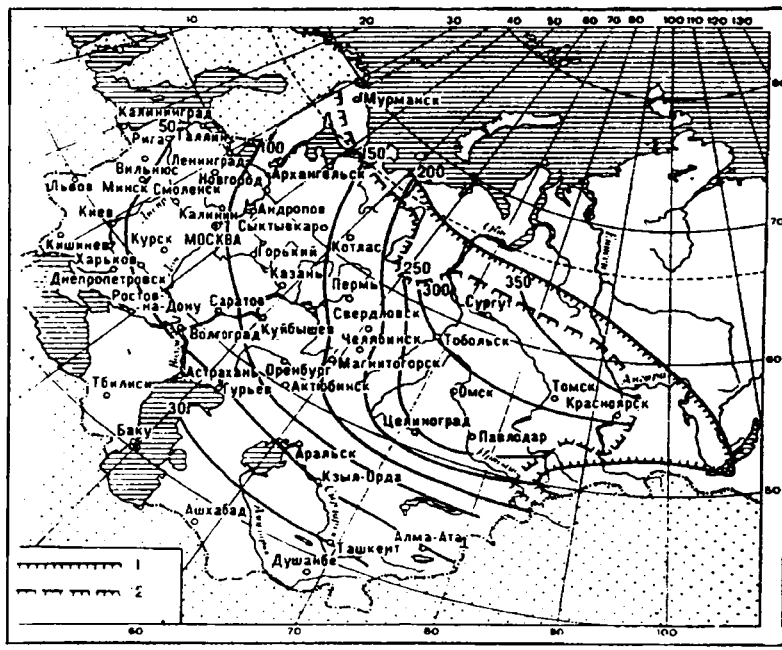
$$H_t = \sqrt{2\alpha_т t} \qquad (7.1.)$$

бу ерда $\alpha_т$ - кўрилаётган ҳарорат ва жойнинг иқлим шароитларига боғлиқ бўлган коэффициент, $см^2$/сут; t - музлаш давомийлиги, сутка.

Эриган ва музлаётган грунтни чегаралаб турувчи 0° С изотерма учун $\alpha_т$ коэффициентнинг ўртача қиймати Россиянинг европа қисми учун 50 дан 150 см^2/сутка гача бўлиши мумкин (7.5 - расм.). -3° С изотерма учун (бунда адсорбирланган сув амалда қўзғалувчанлигини йўқотади) α_{-3oC} нинг қиймати грунт турига қараб 0,1 α_{-1oC}дан 0,85 α_{-1oC} гача бўлади.

Сувнинг силжиши содир бўладиган зонада музлаш бошлангандан t кундан кейин музлаган қатлам қалинлиги 7.6 - расм,а га ва (7.1.) формулага мувофиқ қуйидагини ташкил этади.

$$L - H_{0^oC} - H_{-3^oC} = \left(\sqrt{\alpha_{0^oC}} - \sqrt{\alpha_{-3^oC}}\right)\sqrt{2t} \qquad (7.2.)$$



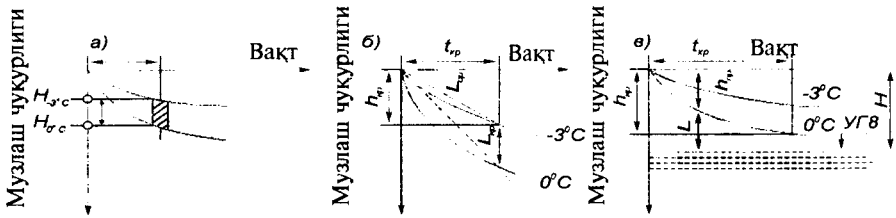
7.5-расм. $\alpha_o{}^0$С - иқлим кўрсаткичи изочизиқларининг харитаси:
1 - абадий музлаган грунтларнинг тарқалиш чегараси; 2 - шунинг ўзи оролча ҳосил қилиб музлаш.

Лаборатория тажрибалари шуни кўрсатадики, 0°С изотермада музламаган сув миқдори молекуляр нам сиғими W_0 га, -3°С

изотермада эса грунтнинг учланган гигроскопиклиги W_1га яқин. W_0 ва W_1 катталиклар сувнинг грунтда эгаллаган хажмлари улушларида ифодаланган бўлиши керак.

Шундай қилиб, W_0 - W_1 айирма бўш боғланган сув миқдорини тавсифлайди. Бу сув ҳарорат градиентлари таъсирида силжиши мумкин. Грунтлар механикасининг умумий конуниятларини қўллаб пардасимон сувнинг грунтда силжиш тезлигини Дарси формуласига ўхшаш ифодалаш мумкин:

$$\vartheta = K_M \frac{W_0 - W_1}{L}, \qquad (7.3.)$$



7.6 - расм. Музлаш зонасига тушадиган намлик миқдорини аниқлашга оид схема:
а - грунт кўпчиш зонаси чуқурлигининг вақт мобайнида ўзгариши;
б - музламайдиган сувнинг ўртача силжиши йўли; в- капилляр силжиш зонасида силжиш йўли.

бу ерда K_M - грунтнинг молекуляр сув ўтказувчанлик коэффициенти, уни тажриба йўли билан топиш мумкин (7.3.) тенгламада намлик градиенти сув қатламининг келтирилган баландликларида эмас,балки нисбий ҳажмларда ифодаланганлиги учун молекуляр нам ўтказувчанлик коэффициенти $см^2$/сут ўлчамлигига эга; L - сувнинг силжиш йўли - изотермалар ўртасидаги масофа, см; $\frac{W_0 - W_1}{L} = J$ - нам оқиб келишининг шартли градиенти.

Музлаш бошланиши бошидан критик чукурлик $h_{кр}$ га етугунга қадар бўлган даврда (бундан пастда грунтнинг босими муз линзаси ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади) музламаган пардасимон намнинг ўртача силжиш йўли (7.6 - расм, б):

$$L_{ур} = \frac{L_{t=0} + L_{t=t_{кр}}}{2} = \frac{\sqrt{2t_{кр}}\left(\sqrt{\alpha_{0^0C}} - \sqrt{\alpha_{-3^0C}}\right)}{2} \qquad (7.4.)$$

$h_{кр}$ нинг қиймати МДҲнинг европа қисмидаги марказий районлари учун 7.3 - жадвалда келтирилган.

(7.2.) ифодани ҳисобга олсак, намнинг силжиш тезлиги

$$\vartheta = \frac{K_M(W_0 - W_1)}{\sqrt{2t_{кр}}\left(\sqrt{\alpha_{0^0C}} - \sqrt{\alpha_{-3^0C}}\right)} \qquad (7.5.)$$

Музлаган қатламда ҳароратларнинг тақсимланишини чизиқли қонун бўйича содир бўлади деб фараз қилиб, грунтнинг музлаши даврида келган нам миқдори ($см^3/см^2$) ни ҳосил қиламиз:

$$Q_1 = \int_0^{t_{кр}} \vartheta dt = \int_0^{t_{кр}} \frac{K_M(W_0 - W_1)}{\sqrt{\alpha_{0^0C}} - \sqrt{\alpha_{-3^0C}}} \times \frac{dt}{\sqrt{2t}} = \frac{1.4K_M(W_0 - W_1)}{\left(\sqrt{\alpha_{0^0C}} - \sqrt{\alpha_{-3^0C}}\right)}\sqrt{t_{кр}} \qquad (7.6.)$$

2.Ёғин-сочин миқдори етарлича бўлган ва йўл пойидан сувнинг оқиб кетиши қийинлашган ҳудудлар.

Куз ойларида грунтнинг юқори қатлами сувга тўйинади ва унда муаллақ капилляр сув устунлари ҳосил бўлади, уларнинг ўртача намлиги грунтнинг оқувчанлик чегарасидан 0,6 марта ортиқ бўлади.

Манфий ҳароратларда грунтнинг намланиши капилляр-муаллақ ва пардасимон сувнинг тортилиши натижасида содир бўлади. Нол изотерма сатҳида грунтнинг намлиги молекуляр нам сиғими W_0 га тенг бўлади. Силжийдиган нам миқдори олдинги ҳолдаги каби аниқланади, бунда грунт намлигининг бошланғич капилляр намлик $W_к$ дан молекуляр нам сиғими W_0 гача ўзгариши ҳисобга олинади.

7.3. жадвал.

Грунтлар	Критик музлаш чуқурли-ги $h_{кр}$, см	Нам ўтказувчанлик коэффициенти, $см^2$/сут		$W_к$-W_0	Км(W_0-W_1)
		Молеку-ляр, $К_м$	Капилляр, $К_к$		
Лой	120-160	1,20	17,0	0,18	0,12
Қумоқ тупроқ	120-160	1,10	10,0	0,13	0,14
Чангсимон қумлоқ тупроқ	140	1,20	-	-	0,14
Чангсимон қумлоқ тупроқ	120-130	2,80	7,1	0,10	0,31
Қумлоқ тупроқ	120	1,70	6,6	0,05	0,17
Чансимон қум	80	1,65	-	-	0,16

Музлай бориши билан капилляр сувнинг ҳамма муаллақ устунчалари юқорига тортилади. Шундай қилиб, иккинчи ҳисоблаш ҳолида сувнинг мусбат ҳароратлар зонасидаги силжиши ҳисобга олинади. Кузатишлар шуни кўрсатадики, бу холда сувнинг фильтрацияланиш йўли музлаш давомийлиги $t_{кр}$ нинг квадрат илдизига мутаносиб равишда ўзгаради:

$$L = \sqrt{2K_k t_{кр}} \qquad (7.7.)$$

бу ерда $K_к$ - грунтнинг капилляр сув утказувчанлик коэффициенти, $см^2/сут$.

Фильтрацияланиш йўлининг $t_{кр}$ вақт ичидаги ўртача қиймати

$$L = \frac{1}{2}\sqrt{12K_к t_{кр}} \qquad (7.8.)$$

Бинобарин, бу холда капилляр намнинг оқиб келишининг шартли градиенти

$$J = \frac{2(W_к - W_0)}{\sqrt{12K_к t_{кр}}} \qquad (7.9.)$$

Капилляр намнинг оқиб келиш тезлиги

$$\vartheta_к = 2K_к \frac{W_к - W_0}{\sqrt{12K_к t_{кр}}} \qquad (7.10)$$

Капилляр намнинг музлаган зонага оқиб келиш миқдори

$$Q_2 = \int_0^{t_{кр}} \vartheta_к dt = 2K_к \frac{W_к - W_0}{\sqrt{12K_к}} \sqrt{2t_{кр}} = 1{,}15(W_к - W_0)\sqrt{K_к t_{кр}} \qquad (7.11)$$

3.Сизот сувлари сатҳи ер сиртига яқин бўлган жойларда (доимо зах жойларда) грунтнинг кузги намлиги грунтнинг капилляр нам сиғимига тенг қилиб олинади. Сувнинг музлаган қатламга тортилиш йўли музлаш чуқурлиги орта борган сари қисқаради (7.6 - расм, в).

$$L = H - h_{кр} = H - \sqrt{2\alpha_{0^\circ C} t_{кр}} \qquad (7.12)$$

бу ерда H - сизот сувлари сатҳининг ер сиртидан чуқурлиги.

Олдингига ўхшаш

$$\vartheta_3 = K_к I_c = 2K_к \frac{W_к - W_0}{H - h_к} = 2K_к \frac{W_к - W_0}{(H - \sqrt{2\alpha_{0^\circ C} t_{кр}})} \qquad (7.13)$$

Сувнинг музлаш зонасига оқиб келиши

$$Q_3 = \int_0^{t_{кр}} \vartheta_3 dt = 2K_к \frac{W_к - W_0}{\alpha_0} \times \left(H \ln \frac{H}{H - \sqrt{2\alpha_{0^\circ C} t_{кр}}} - \sqrt{2\alpha_{0^\circ C} t_{кр}} \right) \qquad (7.14)$$

(7.13) тенглама намнинг силжиш жараёнини фақат $h_{кр}<H$ да акс эттиради. $h_{кр}=H$ да махраж нолга тенг бўлади ва тезлик чексиз катта бўлиб чиқади. Шунинг учун (7.13) формулани фақат $h_{кр}<0{,}75$ H гача

қўлланса бўлади. Катта чуқурликлар учун проф. М.Б. Корсунский қуйидаги эмпирик формуладан фойдаланишни таклиф этди

$$\vartheta_3 = \frac{2K_к(W_к - W_0)}{0{,}125H\exp\left[2.8\left(1 - h_{кр}\right)/H\right]} \qquad (7.15)$$

Маълум вақт ичида музлаган зонага келган сув миқдорини билган холда, сувнинг хаммаси музлайди деб фараз қилиб, намланишнинг ҳамма ҳоллари учун ернинг тегишли дўмпайиш баландлигини аниқлаш мумкин

$$f_{дум} = 1{,}1Q \qquad (7.16)$$

Формулага кирган молекуляр ва капилляр нам ўтказувчанлик коэффициентларининг ўртача қиймати турли грунтлар учун Н.А. Пузаковнинг маълумотлари бўйича 7.3 - жадвалда келтирилган.

7.5. МДҲ минтақаларини йўл-иқлим бўйича худудларга ажратиш

Иқлим, тупроқ-грунт ва гидрологик шароитлар бир-биридан катта фарқ қилганлигидан барча иқлим ҳудудлари учун йўл пойи ва йўл тўшамасини ягона қоидалар асосида лойихалаш мумкин бўлмайди.

Қурилган автомобил йўли иқлимий омиллар таъсирига учраб, ер қобиғининг сирт қатламларида содир бўладиган барча табиий-тарихий жараёнларда иштирок этади. Шунинг учун худудларни йўл-иқлим зоналарига бўлишга табиий-тарихий худудлаштириш асос қилиб олинган, булар ҳудудни иқлимининг, гидрологик ва геоморфологик шароитларининг бирхиллиги билан ажратиб турадиган бир қатор зоналарга бўлади. Хар қайси зона чегарасида иссиқлик ва намлик нисбатан ўзгармас бўлганлиги туфайли деярли бир жинсли грунт ва ўсимлик турлари мавжуд бўлади.

Йўлларни лойихалашда йўл тўшамаси тагининг намлаш манбалари устидан баланд қилиниши, йўлдан фойдаланишда уни қордан тозалаш (қор йўл пойининг музлаш чуқурлигини оширади) йўл пойининг сув-иссиқлик режимини атроф жойларга нисбатан бир мунча ўзгартиради.

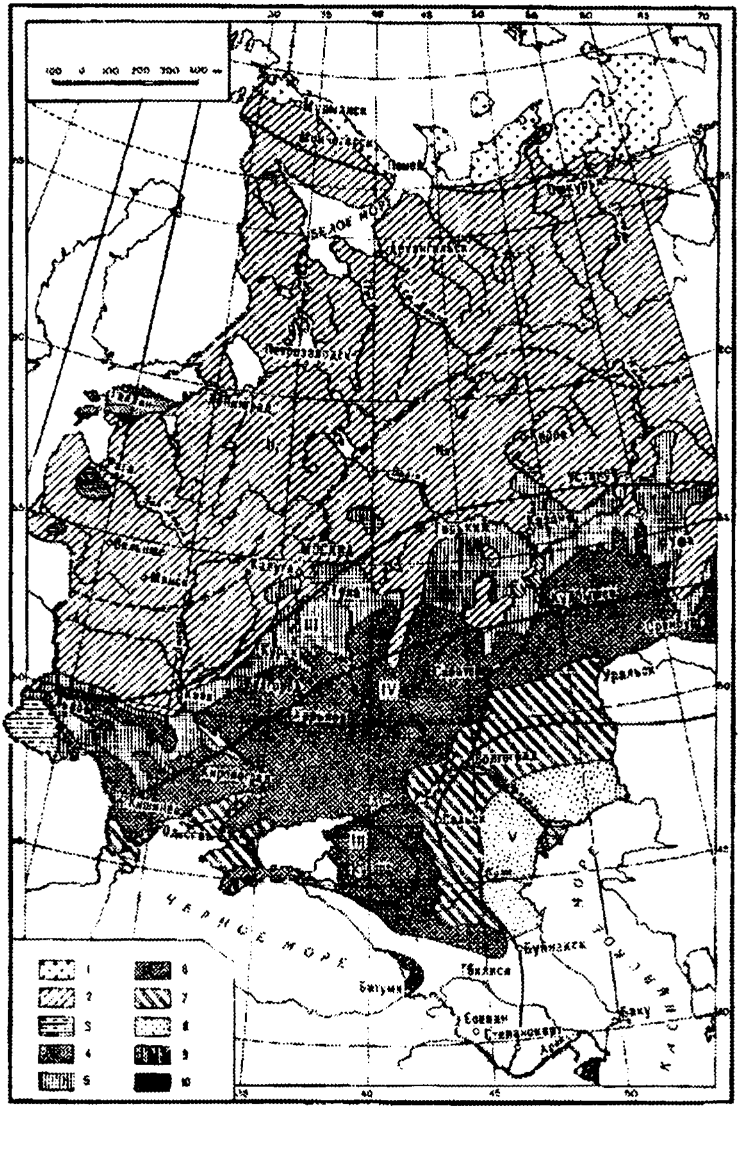
Бироқ йўлни худудлаштириш харитасини грунт турларининг тарқалиш схемаси (7.7 - расм) ва ландшафт зоналари харитаси билан таққослаш (7.8 - расм) йўлни худудлаштириш зоналарининг тахминан йўлни худудлаштириш ва ландшафт-географик зоналар чегарасига мос келишини кўрсатади.

Кавказ ва Марказий Осиёнинг тоғли худудлари йўл-иқлим бўйича ҳудудлаштирилмайди. Бу ерларда тупроқ ва ўсимликларнинг вертикал минтақавий бўйсиниши, қоя ва тошли грунтларнинг тарқалганлиги, шунингдек, намланиш шароитларнинг денгиз сатҳидан баландлигига жуда боғлиқлиги, нишабликларнинг дунё томонларига нисбатан жойлашуви бу ҳудудларнинг умумий йўл-иқлим тавсифини беришга имкон бермайди.

Қурилиш ҳудудларининг табиий шароити об-ҳаво иқлим омиллари мажмуи билан тавсифланади ва Ўзбекистон Республикаси ҳудуди 7.3 - жадвалга асосан йўл-иқлим минтақасига бўлинади (7.9-расм).

7.3-жадвал

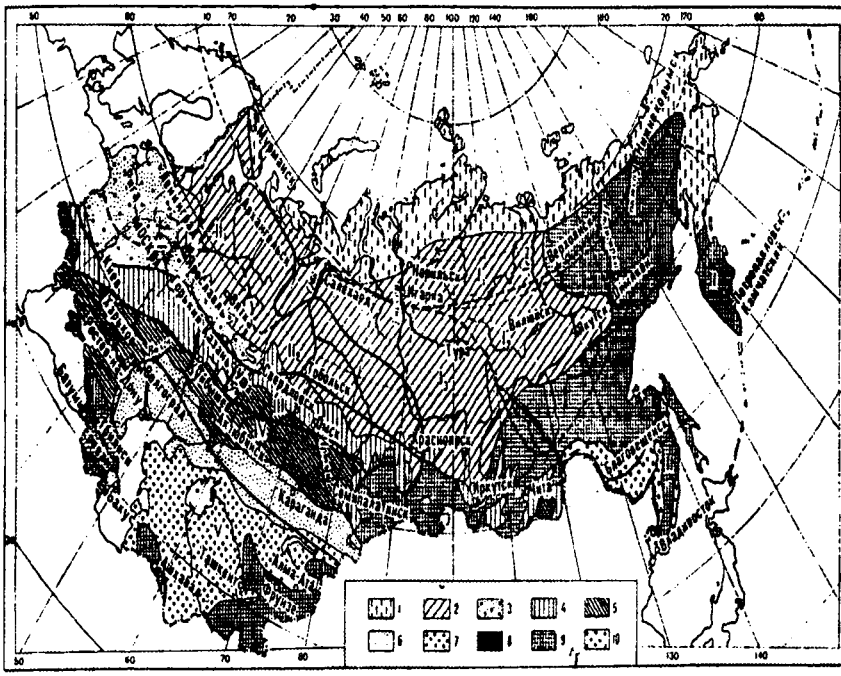
Йўл-иқлим минтақаси	Йўл-иқлим минтақасида туманларнинг географик жойлашиши ва уларнинг қисқача тавсифи.
I	2
I	Устюрт, Шим. Қизилқум, Буқатоғ-Етимтоғ, Султонвайстоғ, Жан.Қизилқум, Кулжуктоғ-Томдитоғ, Жингилди, Газли туманларини қамраб олади. Қуруқ иқлимли чўл, чўлли дашт географит минтақаларни турли даражадаги харакатчанликка ва кўринишга эга бўлган кенг тарқалган бархан қумларини ўз ичига олади.
II	Кўнғирот, Тахта-Кўпир, Белтоғ, Оролбўйи, Тўрткўл, Хоразм, Қоракўл, Бухоро, Когон туманларини, сўнг Зарафшон дарёсининг ўнг ва чап қирғорлари бўйлаб Навоий шаҳри чегарасидан Олтойгача кучли ва ортиқча шўрланган тупроқлар тарқалган географик минтақани ўз ичига олади.
III	Чирчиқ,Оҳонгорон, Ангрен, Зомин, Фориш, Чотқол Қорадарё, Жанубий ва Ғарбий Олой, Туркистон, Нурота, Санзар, Хатирчи, Самарканд, Қуйи Қашқадарё, Ғузор, Китоб, Шахрисабз, Сурхондарё туманларини етарли намликка эга бўлмаган географик текис, тоғ олди минтақаларни қамраб олади.
IV	Қолган туманларга қуруқ иқлимли географик минтақада суғориш ва ювиш натижасида меъёрий намланган ерлар киради.



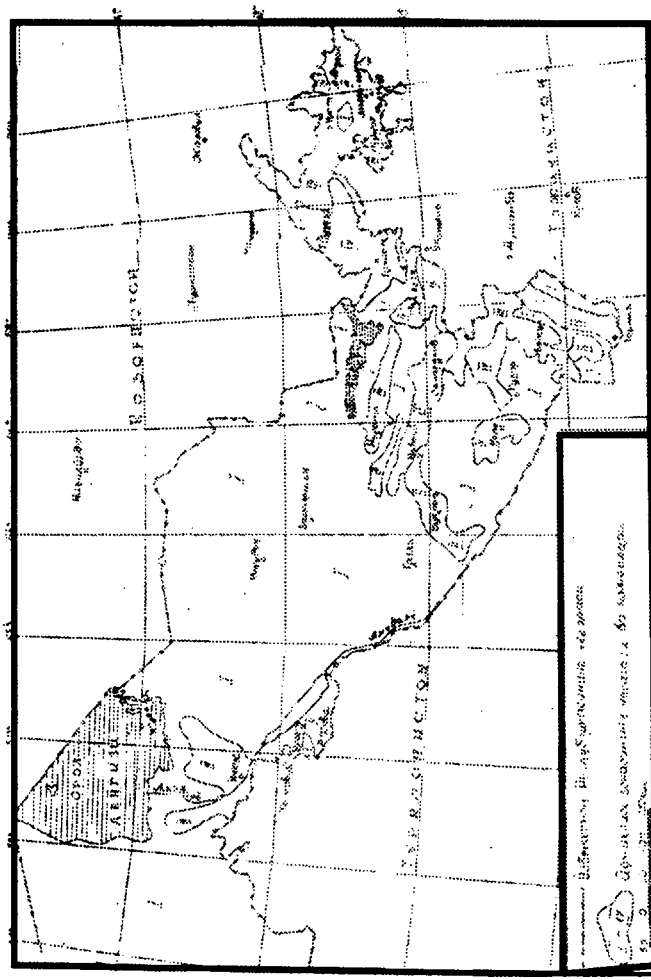
7.7 - расм. МДҲ нинг Европа қисми учун йўл-иқлим ва минтақа тупроқлари:

1 - тундра тупроқлари; 2 - бўз ва ботқоқланган тупроқлар; 3 - тоғ-ўрмон бўз тупроқлари; 4 - чимли чириган-карбонатли тупроқлар бўз тупроқлар билан аралашган; 5 - ўрмон кулранг тупроқлари ва ўрмон-чўл тупроқлари;

6 - қора тупроқлар; 7 - каштан тупроқ ва шўрхок грунтлар; 8 - кўнғир шўрхок тупроқлар ва кучиб юрадиган қумлар; 9 - қорамтир тупроқлар; 10 - қизил тупроқлар, сариқ тупроқлар ва субтропик кулсимон тупроқлар /I-V - йўл-иқлим минтақалари/.



7.8 - расм. МДҲ ни (акад. Л.С.Бергга асосан) манзара бўйича худудлаштириш ва МДҲ нинг Осиё қисмини йўл-иқлим бўйича ҳудудлаштириш:
1- тундра; 2 - тайга; 3 - аралаш ўрмон; 4 - ўрмон-чўл; 5 - чўл; 6 – ярим-саҳро; 7 - саҳро; 8 - субтропиклар; 9 - тоғли районлар; 10 - кенг япроқли дарахтлар ўсадиган аралаш ўрмон; I-V - йўл-иқлим минтақалари.



7.9-расм. Ўзбекистон йўл-иқлим минтақаси.

7.6. Жойнинг гидрологик ва гидрогеологик шароитларини бахолаш

Жойларни йўл-иқлим бўйича худудларга ажратиш географик худуднинг фақат умумий тавсифини беради. Йўл трассасини ўтказиш хусусиятлари ҳар қайси ҳудуд чегараларида грунтнинг ишлаш шароитини тубдан ўзгартириб юборади,бу ҳол жойнинг гидрологик гуруҳи тушунчасини киритиш йўли билан ҳисобга олинади.

Йўл участкалари намланиш шароитлари ва сувни йўлдан четлатиш таъминланганлиги нуқтаи назаридан уч турга бўлинади:

1.Ортиқча намланмаган ва йўл устидаги сув тўлиқ четлатиладиган (йўлни ёнидаги жойнинг кўндаланг қиялиги 2‰ дан ортиқ), ботқоқланиш белгилари бўлмаган қуруқ жойлар. Сизот сувлари грунтларнинг юқори қатламларини намлантирмайди.

2.Йўлнинг айрим даврларида ортиқча намланадиган зах жойлар. Устки суви йўлдан четлатилмаган. Сизот сувлари грунтнинг юқориги қатламларини ортиқча намлантирмаса ҳам, баҳорда ва кузда йўл устининг айрим жойларида сув кўлмаклари ҳосил бўлади. Бу турга ботқоқланиши мумкин бўлган ва сув сингимайдиган грунтларда сувнинг четга оқиши қийинлашган участкалар киради.

3.Доимо ортиқча намланган ҳўл жойлар. Грунтнинг юқориги катлами сиртга яқин турган сизот сувлари ёки узоқ вақт (30 суткадан ортиқ) кўлмакланиб қолган юзаки сувлар билан доимо намланиб туради. Бу турдаги жойга шўрхок ерлар ва курғоқчил минтақанинг доимо суғориладиган худудлари киради. Трасса ўтказиладиган жойни гидрологик шароитларнинг у ёки бу турига киритишда жойнинг рельефи, сувнинг оқиб келиши ва четлатилиши, сизот сувлари сатҳи ва грунтнинг ботқоқланиш ёки лой босиш белгилари хисобга олинади. 8-10 м чуқурликкача грунт ва гидрогеологик шароитларнинг яхши эканлигини ўсимликларга қараб бўлиш мумкин, чунки ўсимликларнинг айрим турлари тупроқ ва гидрогеологик шароитларнинг маълум уйғунлашувида учрайди.

Ўсимликларнинг кескин ўзгариши намланиш шароитларининг ўзгариши билан боғлиқ. «Ўсимлик-индикаторлар» маълумотномасидан фойдаланиб, қидирув ишларида пастда ётган грунтларнинг турлари ва сизот сувлари чуқурлиги тўғрисида мулоҳаза юритиш мумкин. Сизот сувлари яқин бўлса, қирғоқ ерларда ўсадиган ўсимликлар орасида нам севар ўсимликлар ҳам учрайди, ўсимликлар кўмкук, барглари серсув, чим қоплами қалин бўлади.

7.7. Йўл пойи қирғоғини (бровка) грунт сиртига нисбатан кўтаришга қўйиладиган талаблар ва йўл пойининг сув режимини ростлаш

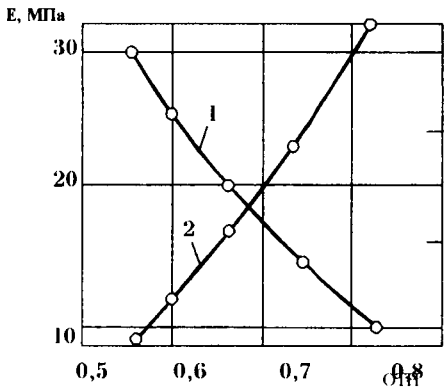
Йўл пойи транспорт воситаларининг йўл тўшамаси орқали бериладиган ҳамма босимини ўзига қабул қилади. Грунтнинг намлиги ўзгариб турганида унинг босимга қаршилиги ҳам кучли ўзгаради. Бинобарин сув режими бутун йил давомида бир хил сақланиши

зарур. Бунинг учун сувнинг капилляр орқали сиртга кўтарилиши жараёнида қишда намнинг сизот сувлар сатҳидан кўчиши ва сув четлатилмаган жойлардан йўл пойига киришини тўхтатиш керак.

Йўл пойи устки қатламларини намлаш манбалари ва уларнинг таъсир этиш давомийлиги гидрологик шароитларга ва иқлимга боғлиқ. Ортиқча намланадиган Шимолий худудларда ва ботқоқланган ҳудудларда йўл яқинида ҳамма вақт сув бўлади. Жанубий қурғоқчил районларда сувнинг кўлмакланиши қисқа муддатли бўлади, чунки сув тез буғланиб кетади. Шунинг учун йўл пойи қирғоғининг намлаш манбаларидан талаб этиладиган баландликда кўтарилиши турли йўл-иқлим зоналарида бир хил бўлмайди. Йўл пойининг устки қатламларига музлаш вақтида тушадиган сув миқдорини ҳисоблашнинг юқорида баён қилинган усулларидан фойдаланиб йўл пойи қирғоғини кўтаришни аниқлаш мумкин.

Бу усул қуйидагиларга асосланган.

Грунтнинг юкланишларга қаршилиги унинг намлигига боғлиқ (7.10-расм).



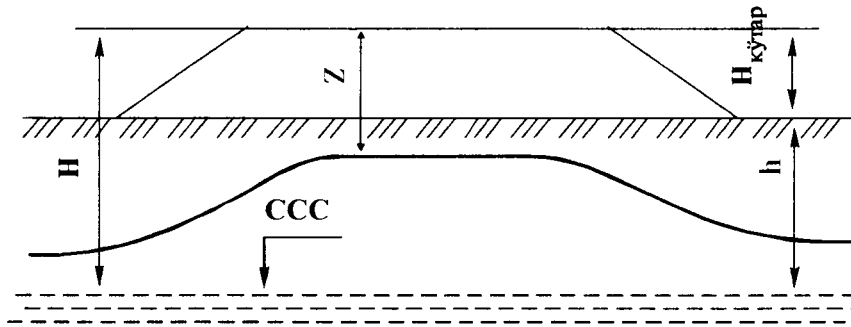
7.10 - расм. Грунтли асос намлигининг унинг деформацияланиш модулига ва йўл тўшамасининг нисбий қийматига таъсири:
1 - деформация модули; 2 – нисбий намлик, намликни улушларида ифодаланиб, энг кўп намланиш даражаси йўл тўшамасининг ҳисобий хизмат муддатига тўғри келади.

Қишки ва баҳорги-кузги даврларда йўл пойи устки қатламларига қанча кўп миқдордаги намлик кирса, грунтнинг мустаҳкамлиги шунча камаяди, бинобарин, анча қалин йўл тўшами талаб этилади (15.3 п га.қ).

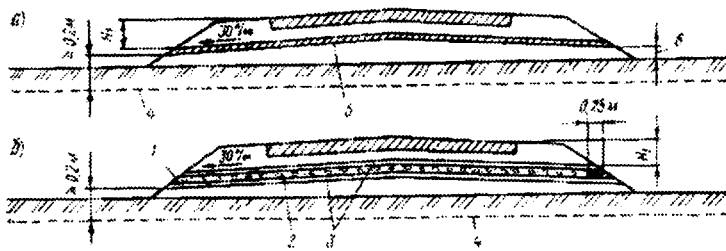
Намланишнинг энг мураккаб шароитларида (7.10 - расм) йўл пойининг музлаш зонасига кириши мумкин бўлган нам миқдорини (7.14) тенглама билан аниқлаш мумкин.

Кўтарма қанча баланд бўлса, сувнинг музлаш зонасига кириш йўли шунча узун бўлади ва, бинобарин, баҳорги намланиш кам

бўлади. Бунда йўл тўшамининг қиймати камаяди, бироқ йўл пойини қуриш ҳаражатлари ортади. Йўл қуриш қиймати энг кам бўладиган кўтарма баландлиги энг рационал ҳисобланади. Шундай мулоҳазалар асосида аниқланган йўл пойи қирғоғининг оптимал кўтарилиши 7.4 - жадвалда берилган (СНиП 2.05.02-85 га асосан).



7.11-расм. Йўл пойи қирғоғининг намланиш манъбалари устидан грунтни кўтариш баландлигини аниқлашга оид схема: Z - қишки музлаш чуқурлиги.



7.12-расм. Йўл пойининг қатламлари:
1 - чақиқ тош; 2 - йирик донли қатлам; 3 - лой босишга қарши қатлам; 4 - сизот сувлари сатҳи; 5 - органик боғловчи материаллар билан ишлов берилган грунт қатлами ёки сув ўтказмайдиган синтетик материаллар қатлами; 6 - сиртқи сувлар сатҳидан кўтарилиб туриши камида 0,2 м.

7.4. жадвал

Кўтарма грунти	Қуйидаги йўл-иқлим зоналарида қоплама сиртининг сизот сувлари сатҳидан энг кам кўтарилиши, м			
	II	III	IV	V
1	2	3	4	5
Майда қум, енгил қумлоқ тупроқ	1,1/0,9	0,9/0,7	0,75/0,55	0,5/0,3
Чангсимон қум, чангсимон қумлоқ тупроқ	1,5/1,2	1,2/1,0	1,1/0,8	0,8/0,5
Енгил қумлоқ тупроқ, оғир қумоқ тупроқ, лойлар	2,2/1,6	1,8/1,4	1,5/1,1	1,1/0,8
Чангсимон оғир қумлоқ тупроқ, чангсимон енгил ва оғир қумоқ тупроқ	2,4/1,8	2,1/1,5	1,8/1,3	1,2/0,8

Эслатма: суратда - йўл тўшамининг сизот сувлари ёки узоқ муддат (30 суткадан ортиқ) кўлмакланиб қолган сув сатхидан энг кам жоиз кўтарилиши; махражда - йўл тўшамининг сув четлатилиши таъминланмаган участкалардаги ер сиртидан ёки қисқа муддат кўлмакланадиган сув сатҳидан энг кам рухсат этилган кўтарилиши.

Йўл пойининг талаб этилган баландлиги шунингдек, қор қопламининг баландлигига ҳам боғлиқ. Бўрон вақтида йўл қор билан қопланиб қолмаслиги учун йўл пойи қор қопламидан баланд туриши керак. Очиқ жойда йўл пойи қирғоғининг қор қопламининг метеорологик станциялар маълумотлари асосида топилган сатҳидан баландлиги 5% ортиш эхтимоли бўлганда, қуйидагилардан кам бўлмаслиги керак:

Йўл тоифаси	I	II	III	IV^{а}	IV^{б}	V
Йўл пойи кенглиги,м	27.0-26.0	11,5	10,5	9,5	8,0	6,5
Кўтарма кирғоғининг кўтарилиши, м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4

ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан йўл пойининг юқори қатламини ва йўл тўшамасининг мустаҳкамланганлигини, турғунлигини таъминлаш учун қоплама устини ер ости сувларининг ҳисобий сатҳидан, ер юзасидаги сувлар еки қуруқ (30 суткадан ортиқ) турувчи ер юзаси сувларидан, шунингдек ер юзасидаги сувларни оқиши таъминланмаган ёки кам муддат (30 суткадан ортиқ) турувчи юза сувлари сатҳидан кўтарилиши 7.5-жадвал талабларига жавоб бериши лозим.

Йўл пойи қирғоғини кўрсатилган баландликгача кўтаришнинг иложи бўлмаганида, масалан темир йўл ва автомобил йўллари бир сатҳда кесишганда ёки аҳоли яшайдиган пунктдан ўтишда йўл пойининг устки қисмида сув режимини бир хил сақлаш учун йўл пойи ичида намнинг силжишини тўхтатиб қўядиган изоляцияловчи қатламчалар қуриш мумкин, бунда ёмғир ва эриган қор сувларини четлатиш таъминланган бўлиши керак. Бу хол йўл пойи устки қисмининг қулай сув режимини яратади, лекин остки қатлам ортиқча намланганича қолади.

7.5-жадвал

Ишчи қатлам тупроғи	Йўл-иқлим минтақасига боғлиқ ҳолда, қоплама юзасининг энг кам кўтарилиши, м			
	I	II	III	IV
Майда қум, енгил йирик қумлоқ, енгил қумлоқ	0,5/0,3	0,6/0,4	0,4/0,2	0,9/0,7
Чангли қум, чангли қумлоқ	0,8/0,5	1,0/0,6	0,7/0,4	1,2/0,8
Енгил ва оғир қумоқ, глина (лой)	1,1/0,8	1,3/1,0	1,0/0,7	1,5/1,2
Оғир чангли қумлоқ, енгил ва оғир чангли қумоқ	1,2/0,8	1,4/1,0	1,1/0,7	1,6/1,2

Изоляцияловчи қатламчалар икки кўринишда бўлади (7.12-расм):

нам силжишининг ҳамма турларини - капилляр, пардасимон ва буғсимон силжишларини тўхтатувчи қатламчалар (7.12-расм, а). Улар сув ўтказмайдиган бўлиши учун органик боғловчи моддалар билан ишлов берилган синтетик нотўқима материаллар (геотекстил) дан қилинади. Олдинлари шу мақсад учун битум ёки бошқа материаллар билан ишлов берилган грунтдан (3-8 см), полиэтилен пленка, тюльдан фойдаланилар эди;

фақат капилляр кўтарилишни тўхтатувчи қатламчалар (7.12-расм, б). Улар йирик донли,яхши фильтрловчи материаллар (шағал,чақиқ тош ёки шағалли қум) дан қилинади. Бу изоляцияловчи қатламчаларнинг қалинлиги одатда камида 15-20 см бўлиб, капилляр кўтарилиш баландлигидан ошиб кетмаслиги керак. Қатламчаларга сув билан оқиб келган майда заррачалар қўшилиб, балчиқланмаслиги учун қатламни юқорисидан ва пастидан сув ўтказадиган оддий геотекстил қатламлари билан ёки хеч бўлмаганда майда заррачаларни ушлаб қоладиган ўртача йирикликдаги зарралари бўлган (қумоқ тупроқ, майда шағал) грунт қатламлари билан ажратиб қуйиш керак.

Сув ўтказмайдиган қатламчалар IV ва V тоифали йўл-иқлим минтақалари учун энг мақсадга мувофиқдир, бу ерларда сизот сувлари чуқур жойлашган бўлиб, йўл пойи сувнинг бўғсимон силжиши натижасида намланади. Капилляр кўтарилишни тўхтатувчи қатламчалар кўпинча II ва III минтақа чегараларида қилинади.

Сув ўтказмайдиган қатламчаларнинг бир тури геотекстилдан тайёрланган «қобиқ грунтдир» - бевосита йўл қоплами остида жойланадиган мақбул таркибли шиббаланган грунтдан қилинган қатлам. Ҳамма томонидан нам таъсиридан сақлайдиган геотекстил билан тўла изоляцияланган бу қатлам йил бўйи ўзининг юкланишларга қаршилигини сақлаб, йўл қопламининг кўтариб турувчи пухта конструктив қатлами ҳисобланади.

Изоляцияловчи ва капилляр кўтарилишни тўхтатувчи қатламчалар усти йўл тўшами сиртидан қуйидаги чуқурликда жойлашувчи керак:

Йўл-иқлим минтақаси	II	III	IV	V
Қатламча устининг жойлашув чуқурлиги, м	0,90	0,80	0,75	0,65

Қатламчиларнинг пасти билан сизот сувларнинг энг юқориги сатҳи орасидаги ёки узоқ муддат туриб қоладиган юзаки сувларнинг ҳисобий сатҳи орасидаги масофа камида 20 см белгиланиши керак.

8 - БОБ

ЙЎЛДАН СУВНИ ҚОЧИРИШ (ЧЕТЛАТИШ)

8.1. Ер устки ва ер остидаги сув четлатгич иншоотларнинг тизими ва уларни лойиҳалаш

Йўл сув четлатгич тизими йўл пойига тушадиган сувни буғиш ва қочириш ёки сувнинг йўл пойи устига келиш йўлини тўсиш учун мўлжалланган бир қатор иншоотлардан ва алохида конструктив тадбирлардан иборат. Уни қуришдан мақсад йўл пойининг ўта намланишининг олдини олиш, йўлнинг тўшамаси остидаги грунтли асос намлигининг хавфсиз бўлишини таъминлашдир.

Йўлга ёғин-сочин кўринишида тушадиган ва унда оқадиган устки сувларни четлатиш учун йўл пойининг кўндаланг профилига ва йўл тўшамига қаварик қиёфа берилади, йўл қирғоқлари текисланади ва мустаҳкамланади; сув қочириш учун йўл бўйлаб ёнаки томон сув қочириш (ташлаш) ариқчалари қазилади ёки бунинг учун йўл кўтармаларидаги резервлардан фойдаланилади; қия ён бағир бўйлаб йўлга оқаётган сувни буғувчи тепалик ариқлар қазилади.

Сувнинг қопламадан оқиб тушишини таъминлаш учун қоплама юзаси қанчалик нотекис бўлса, қатнов қисмининг ўртасидан қирғоқлари томон йўналган кўндаланг нишаби шунча катта бўлиши керак, чунки сув оқиб кетишига қаршиликка учраб сирт нотекисликларида кўлмакланиб қолиши ва қопламага сизиб ўтиши мумкин. Бироқ автомобилларнинг харакатланишини қулайлаштиришга қуйиладиган талаблар кўндаланг қиялик тиклигини сувнинг оқиб кетиши учун етарли даражада кам қилиб олишга мажбур этади. Йўл тўшамаларининг қоплама турига қараб қабул қилинадиган кўндаланг қияликлари 8.1 - жадвалда келтирилган.

8.1 - жадвал.

Қоплама	Қопламанинг кўндаланг қиялиги, %о	
	Энг кичик	Энг катта
Асфальт-бетон ва цемент-бетон	15	20
Органик боғловчи материаллар билан ишлов берилган шағалли ва чақиқ тошли мозаика, тош ва клинкер ётқизилган тош йўллар.	20	25
Шағалли ва чақиқ тошли	25	30
Харсанг ёки ёрилган тошдан ётқизиладиган тош йўллар, маҳаллий материаллар билан мустаҳкамланган грунт йўллар.	30	40

Йўл ёқаларининг қиялиги қопламанинг қиялигига қараганда каттароқ қилинади, чунки йўлдан фойдаланишда уларнинг сиртларида автомобил чиқиши натижасида нотекисликлар юзага келиши мумкин, сув кўлмаклари эса ҳатто мустаҳкамланган йўл ёқаларидан йўл пойига ўтиб, уни ўта намиқтиради. Йўл пойи грун-тининг ва қопламининг турига қараб йўл ёқасининг қиялиги қопламага қараганда 10-20%о ортиқ, яъни 40%о бўлади.

Қатнов қисмининг кўндаланг профили одатда парабола бўйича ёки ўрта қисмида узунлиги 2 м бўлган айлана қўйилма билан туташган иккита оғма чизиқлар билан чизилади. Йўл усти пароболик чизилганида кўндаланг қиялик унинг ўқи бўйича нолга тенг бўлиб ва йўл пойи қирғоғида энг катта қийматига (60%о) эришади. Парабола стрелкаси йўл пойи энининг 1,5 % га тенг.

I, II тоифали йўлларда йўл ёқалари текисланади, шиббаланади ва қатнов қисмидан 0,75 кенгликда бетон плиталар, боғловчи материал билан ишлов берилган чақиқ тош ва шағаллар билан мустаҳкамланади. Йўл ёқаси энининг қолган қисми боғловчи материаллар билан ишлов берилган чақиқ тош, шағал ёки грунт

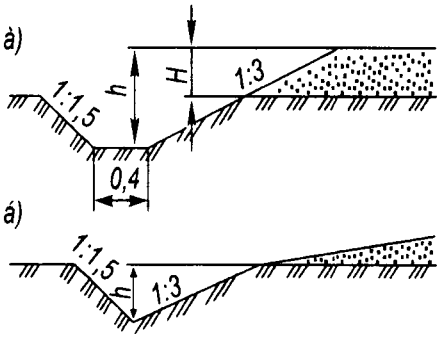
билан мустаҳкамланади, ҳаракат жадаллиги кам йўлларда эса чим қоплами ҳосил қилиш учун паст бўйли ўсимликлар уруғи сепилади. Аҳоли яшайдиган пунктлар чегарасида йўл ёқаларини бутун эни бўйича шағал, чақиқ тош,шлак, маҳаллий бўш тош материаллар билан мустаҳкамлаш ёки боғловчи материаллар билан ишлов бериш керак.

Агар йўл ёқаси мустаҳкамланмаган ёки йўл қопламаси бўйлаб четки полосалар ётқизилмаган бўлса, қоплама четларининг ишлаш шароити ёмонлашади ва уларнинг тез-тез кўчиб тушишига сабаб бўлади.

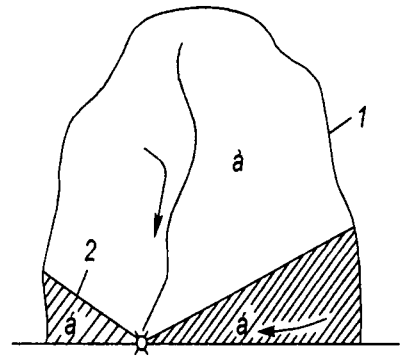
Ён ариқлар (кюветлар) ўйма жойларда ва баландлиги 1-1,2 м бўлган кўтармаларда қилинади. Бу ариқлар ёмғир ёққанида ва қор эриганида йўл сиртидан ва унга ёндош жойлардан сувни четлатиш (қочириш) учун хизмат қилади. Ён ариқлар, шунингдек, ўзининг ички қияликларидан сувнинг буғланиши натижасида йўл пойини юқориги қисмининг захини қочиришга ёрдам беради. Бироқ ён ариқларнинг ижобий таъсири улардан сувни тез қочиргандагина ўз самарасини беради.

Сув ўтказмайдиган грунтларда ва ер усти сувларининг оқишини кам қаноатлантириладиган шароитларда ён ариқлар трапециядал профилли қилинади, уларнинг туби эни бўйича 0,4 м ва чуқурлиги кўтарма четидан ҳисоблаганда 0,7-0,8 м (кўпи билан 1-1,2 м) бўлади. Ўймалардаги ариқлар ёнбағирларининг қияликлари 1:1,5 қилинади, кўтармалар ёнидаги ариқлар ички ёнбағирининг қиялиги эса 1:3 бўлади (8.1 - расм, а).

Агар йўл пойи устки сувларнинг тез оқиб кетиши таъминланган қуруқ жойларда кўтариладиган бўлса, ҳамда бу жойларда сизот сувлари чуқур жойлашган бўлса, ариқлар учбурчак шаклли қилиниб, чуқурлиги ер устидан камида 0,3 м бўлади (8.1 - расм, б). Бундай ариқларнинг 1:3 ва бундан кам қиялиги автомобилларнинг кўтармадан хавфсиз тушишини таъминлайди. Йилнинг хар қандай даврида сувнинг тез шимилишини таъминлайдиган қумли, чақиқ тошли ва шағалли грунтларда ариқлар қилинмайди.



8.1-расм. Ён ариқларнинг кўндаланг профили



8.2-расм. Кичик ҳавза схемаси: 1 - умумий сув айиргич; 2 - маҳаллий сув айиргичлар.

Шағалли, чақиқ тошли ёки осон нурайдиган қоя жинсли грунтларда жойлашган ўймаларда чуқурлиги камида 0,3 м ва қиялиги 1:1 бўлган трапециадал профилли ариқлар қилинади. Мустаҳкам қоя грунтда чуқурлиги камида 0,3 м бўлган учбурчак профилли новлар қилинади, уларнинг ички қиялиги 1:3 ва ташқи қиялиги 1:1-0,5 бўлади.

Ариқларнинг чуқурлиги, текислик жойларда йўлдан фойдаланиш тажрибасидан келиб чиқиб, юқорида келтирилган чегараларда белгиланади, зарур бўлган ҳолларда атрофдаги жойдан кўп сув оқиб тушганида ариқларнинг ўтказиш қобилиятининг етарлилигини гидравлик ҳисоблашлар йўли билан текширилади. Бунда ариқларнинг чуқурлиги шундай белгиланадики, йўл тўшамидаги сув сизадиган қатламнинг қияликка чиқиш жойи ариқча тубидан камида 20 см баланд бўлиши керак. Ёнаки сув четлатгичлар ёки тоғ ён бағри (тепа) ариқлари ёрдамида устки сувлар пастлик жойларга (ташландиқ ерларга) оқизилади ва йўл орқали ўтказилади, бунинг учун ташландиқ ерларда кўтарма ва кичик кўприклар остидан сув ўтказувчи қувурлар ётқизилади (9.1. п га қаранг).

Агар сув оқими катта бўлса, сув четлатувчи ариқчалар ёки резервлар тўлиб-тошиб кетиши мумкин ва бунда улар йўл пойи

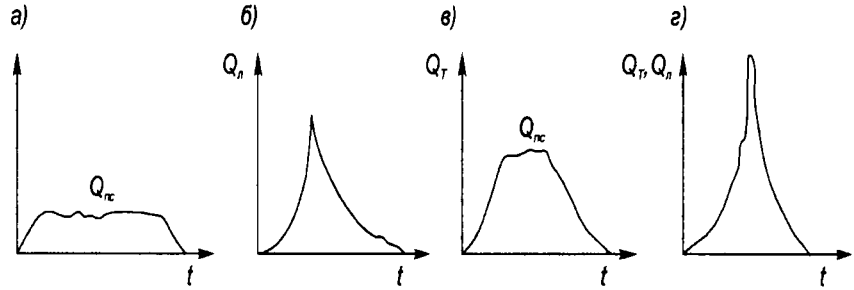
захини қочириш вазифаларини бажармай қўяди. Шу муносабат билан тепа томонда жойлашган ён ариқлар ва резервлардаги сувлар йўлнинг пастки томонига ўтказувчи қувурлар орқали ташланади, бу қувурлар йўл бўйлаб камида хар 500 м оралиқларда жарликларга тушишда жойлаштирилади.

Ер устки сувлари йўлнинг қурилаётган бўлимига бирор майдондан оқиб келади, бу майдон сув йиғгич ҳавза (бассейн) деб аталади. Ҳавза сув айирғич, яъни сув оқими ҳар икки томонга оқадиган чизиқ билан ўраб олинган (8.2 - расм). Ҳавза майдони икки қисмга бўлинади: сув a майдон юзасидан жарлик туби бўйлаб бевосита сув ўтказувчи иншоотга (кўприкка, қувурга) оқиб келади ва сув ўтказувчи ариқлардан ўтмайди; сув б майдондан, шунингдек, йўл устидан аввал ариқларга ёки резервларга оқади, улардан эса ё ўтказиш қувурларига (агар йўлнинг жарлик тубига тушиш узунлиги катта бўлса), ёки жарлик тубидаги сув ўтказувчи иншоотга оқади.

Бутун ҳавзани ўраб олган сув айирғич харитада горизонталлар бўйича осон топилади бу майдончани ўраб олган, ариқларни сув билан таъминлайдиган сув айирғичлар ҳавзанинг планидаги горизонталларга тик бўлган қия чизиқлар тарзида ўтказилади.

Сув четлатувчи ариқларга ва сув ўтказиш иншоотларига бир секундда оқиб келиши мумкин бўлган сув миқдорини аниқлаш 9.2 - п. да келтирилган. Сув оқимини пайдо қилувчи икки сабаб (жала қуйиши ва қорнинг эриши) дан ариқлар ва резервлар учун энг хавфлиси хамма вақт жала сувлари ҳисобланади. Жуда кичик майдончалардан сувнинг оқиб келиши хусусияти (буларга 8.2 - расмдаги б майдонча ҳам киради) шундаки, жуда узоқ муддат давомида бир меъёрда келиб туради. Сув ўтказиш иншоотларига (кўприкларга ва қувурларга) сув анча катта майдонлардан оқиб келади ва жала хамда эриш сувларининг оқиб келиш графиги ўзгаради, бу тошқин сувларининг узоқ вақт оқишига таъсир этади (8.3 - расм). Бунда жала сувлари деярли уч бурчакли гидрограф бўйича, эриш сувлари эса кўпинча трапециадал гидрограф бўйича оқади, бироқ трапециадал гидрографда пастки асосидан юқориги асоси анча кичик бўлади; ҳавзалар майдони анча катта бўлганида

эриш сувлари ҳам йўлнинг сув ўтказиш иншоотларига деярли гидрограф бўйича оқиб келади.



8.3-расм. Сувнинг вақт мобайнида оқиб келиш графиги:
а - кюветларга; б, в -жала сувлари ва эриган қор сувларнинг кичик кўприклар ва қувурларга оқиб келиши; г - жала ва қор сувларининг катта майдонлардан оқиб келиши.

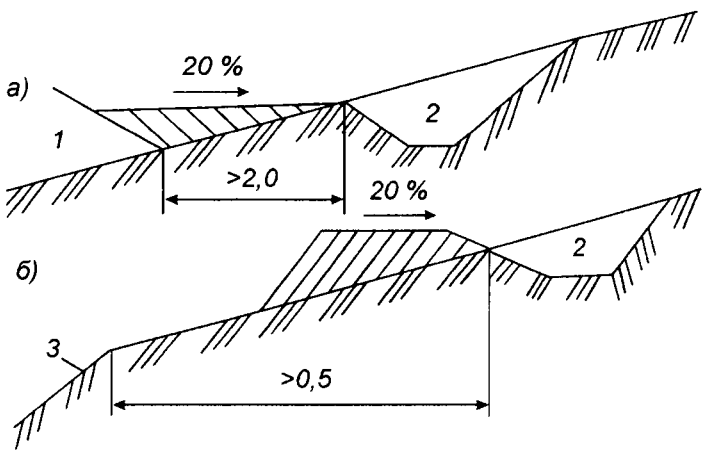
Йўл пойи элементи ҳисобланган сув четлатиш ариқларини лойиҳалашда 8.2 - жадвалда келтирилган ҳисобий сув сарфларининг ошиш эхтимоли назарда тутилади (ошиш эхтимолини ОЭ хавфлари билан белгилаш мумкин).

Сувни тез четлатиш учун ён ариқларга бўйлама қиялик берилади. Қиялик I-III йўл-иқлим зоналарида камида 5‰ ва IV ҳамда V зоналарда 3‰ бўлиши керак. Агар бу талабни қодиришнинг иложи бўлмаса, кўтарманинг ишчи белгисини шунча ошириш керакки, бунда йўл тўшамасининг пастки қисми сувнинг узоқ муддат тўхтаб турган сатҳидан 7.4 - жадвалда талаб этиладиган баландликда бўлиши керак. Бўйлама қиялиги катта бўлган йўл участкаларида ён ариқлар, йўлдан ва атрофдаги жойдан оқиб келадиган сув миқдоридан келиб чиқиб, гидравлик ҳисоблаш йўли билан мустаҳкамланади.

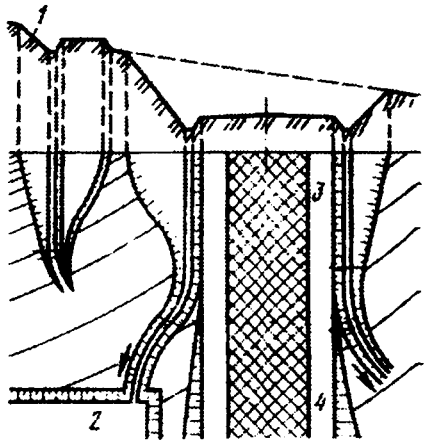
Тоғ ёнбағри ариқлари тепаликдан йўлга оқиб тушадиган сувни ушлаб қолиш ва бу сувни яқинроқдаги сунъий сув ўтказиш иншоотига, резервларга ва рельефнинг пастки жойларига оқизиш учун хизмат қилади (8.4 - расм). Тоғ ёнбағри ариқларининг профили ҳамма вақт трапециадал профилли қилинади унинг ўлчамлари эса

гидравлик ҳисоблашлар билан асосланади. Узун ариқларни ҳисоблашда сув айирғичдан узоқлаша борган сари ариқ бўйлаб ҳавзанинг катталашуви ҳисобга олинади. Шунинг учун тепа ариқларнинг профили, одатда, сув йиғиш хавзалари майдонининг катталаша боришига қараб алоҳида участкалар бўйича танланади. Тоғ ён бағри ариқларининг йўналишини аниқланаётганда бўйлама қиялик белгиланадики, бунда грунтнинг ювилиб кетмаслиги ҳисобга олинади.

Грунтнинг ўта намланиши натижасида ўйманинг ён томон қияликлари ювилиб кетмаслиги ёки ўпирилиб тушмаслиги учун (булар тоғ ён бағри ариқчалари тасодифан ифлосланиб қолганида содир бўлади) ўйманинг четидан ариққача камида 5 м масофада бўлиши керак. Қиялиги 1:5 дан тик бўлган қияликларда тоғ ён бағри ариқчаларидан қазиб олинган грунтдан ўйма билан ариқча ўртасида унча катта бўлмаган тупроқ ғови (банкет) қуриш мақсадга мувофиқ. Тупроқ ғови (банкет) тоғ олди ариқчалари тўлиб-тошиб кетганида йўлни сув босишидан сақлайди.



8.4-расм. Тепа ариқлари:
а - кўтарма ёнида; б - ўйма ёнида; 1 - кўтармада;
2 -тепа ариқ; 3 - ўйма ён бағири.



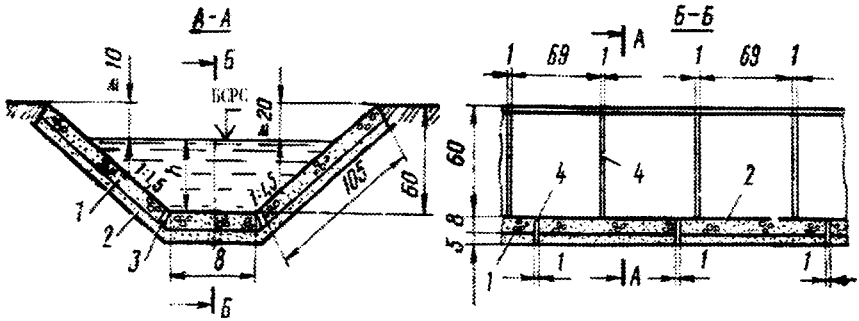
8.5 - расм. Тепа ариқлар ва кюветлардан резервларга сув ташлаш:
1 - тепа ариқ; 2 - резерв;
3 - ўйма; 4 - кювет.

Йўлнинг ўймадан кўтармага ўтиш жойларида ариқчалар тоғ олди томонидан резервга йўналтирилади, пастки қисмидан эса грунт устига ўйма томон йўналтирилади (8.5 - расм). Ер қазиш ишлари тугалланган кейин резервнинг туби сувнинг оқиши учун кўтармага нисбатан 20%о қия нишаблик билан яхшилаб текисланади. Эни 6 м дан ошадиган резервлар ўртасига йўналтирилган ботиқ қесимли қилинади. Резервнинг бўйлама қиялиги 5%о дан кам бўлганида сувни яхши четлатиш учун резервнинг ўртасида тубининг эни 0,4 м бўлган ариқ қилинади. Сувни резервлардан оқизиб кетувчи ариқлар ювилиб кетишга қарши мустаҳкамланган бўлиши керак.

Ён ариқлар ва тоғ ён бағри ариқларидан сув уларнинг бўйлама қияликлари, ариқнинг кўндаланг профили, оқимнинг чуқурлиги ва ариқ деворларининг ғадир-будурлик даражасига боғлиқ бўлган тезлик билан оқади. Оқим тезлиги 0,4-0,5 м/с дан кам бўлганида ариқ ифлосланади ва унда сув тўхтаб қолади. Шунинг учун четлатувчи ариқлар қияликларининг 2%о дан кам бўлишига йўл қўйилмайди.

Оқим тезлиги жуда катта бўлганида грунт ювила бошлайди, шу сабабдан ариқларнинг туби ва нишабликлари ювилишга қарши мустаҳкамланиши керак. Ариқларнинг нишабликлари бутунлай чим ётқизиш, туби эса органик боғловчи материаллар билан ишлов

берилган чақиқ тош, ва грунт билан, алоҳида тош ётқизиш ва цемент қоришма билан ғишт-тош териш йўли билан мустаҳкамланади. Кўпинча бетонлаб мустаҳкамланади. Ариқларни мустаҳкамлаш гидравлик ҳисоблаш йўли билан белгиланади (8.6 - расм). Ён ариқларнинг профили гидравлик ҳисоблаш йўли билан белгиланмаган ҳолларда мустаҳкамлаш тури кўп йиллик тажрибалар асосида бўйлама қияликка қараб тахминан танланади (8.3 - жадвал).



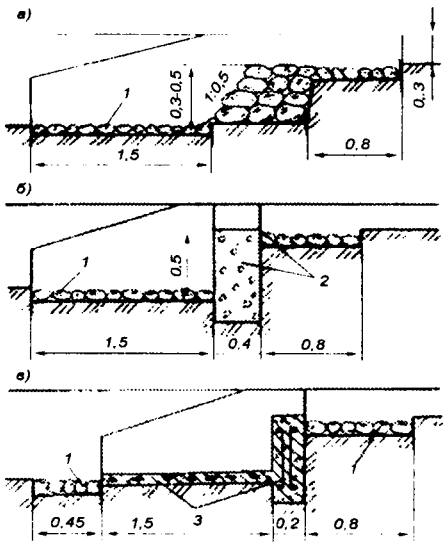
8.6 - расм. Кювет ва тепа ариқларни бетон плиталар билан мустаҳкамлаш: 1 - бетон плиталар; 2 - плита остидаги қум-шағал тўшама; 3 - мастика билан суваб ташланадиган бўйлама чоклар; 4 - кўндаланг чоклар.

Нишаблиги катта бўлган ариқларнинг тубига поғонали бўйлама профил берилади, жойида ётқизилаётган йиғма темир-бетон элементлардан, бетондан шаршаралар қилинади. Маҳаллий аҳамиятга эга бўлган йўлларда эса шағал тўлдирилган четан деворчалардан шаршаралар қурилади. Ариқ тубининг шаршарага яқин участкалари тош ётқизиб мустаҳкамланади. Шаршаралар ўртасида ариқ туби мустаҳкамлашни талаб этмайдиган ёки қабул қилинган мустаҳкамлаш турига мос келадиган нишаб қилинади.

Сувни йўлдан ён томон ариқлар орқали жойнинг табиий пастликларига ёки сув ўтказувчи иншоотларга оқизишнинг иложи бўлмаган чўл районларида, текислик жойларда, сув туриб қолган жойларда йўлдан четда буғлатувчи ҳовузлар қурилади. Бу ховузлар чуқурликларда жойлашган бўлиб, четдан келадиган (ариқлардан эмас) сувни тўсиш учун уларнинг атрофларига грунтли ғовлар қурилади.

Баъзан махсус буғлатиш ҳовузлари ўрнига резервлардан фойдаланиш мумкин, улар бу ҳолда йўлдан одатдагига қараганда узоқроқда жойлаштирилади.

Буғлатиш ҳовузларининг майдонини шундай танлаш керакки, ёмғир ёққанида оқиб келадиган сув навбатдаги ёмғир ёғгунча ўтадиган даврда буғланиб улгирсин. Буғлатиш ховузларини иқлим шароитлари (ёғин-сочин унча кўп бўлмайди, хавонинг ўртача йиллик харорати юқори ва кучсиз шамоллар бўлиб туради) сувнинг тез буғланишга ёрдам берадиган жойларда қуриш тавсия этилади.



8.7-расм. Кюветлардаги поғона шаршаралар:
а - тошдан; б - бетондан; в - темир-бетон элементлардан; 1 - ётқизилган тош; 2 - бетон ёки бутобетон; 3 - темир-бетон элементлар.

Буғлатиш ҳовузлари учун қўшимча ер ажратилади. Агар уларга ҳар куни қараб турилмаса, ҳовузларни ёввойи ўтлар босиб кетади ва ёндош далаларнинг ўт босиш манбалари бўлиб қолади. Шунинг учун сувни четлатиш қийин бўлган участкаларада кўтармалардаги йўл пойи четининг кўтарилишини ариқлар ва буғлатиш ҳовузларига эхтиёж қолмайдиган қилиб лойиҳалаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Сизот сувлари юқори жойлашган бўлиб, йўл тўшамасининг тубини капилляр намланишдан сақлаш учун йўл пойини баланд қуришнинг иложи бўлмаган холларда зовурлар қазиб, сизот сувларини пасайтирилади.

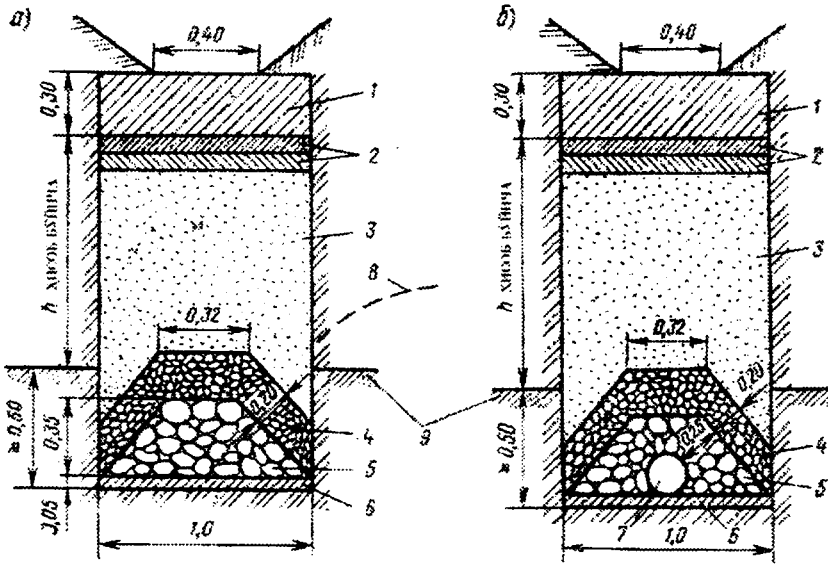
8.2 - жадвал.

Йўлнинг тоифаси	Қуйидагилар учун ҳисобий сарфнинг ошиш эҳтимоллиги, %о	
	Сув четлатиш ариқчалари	Кўприкларнинг ва йўлларнинг сиртидан сув четлатиш иншоотлари
I ва II	2	1
III	3	2
IV, V	4	3

8.3 - жадвал

Мустаҳкамлаш тури	Қуйидаги грунтларда ариқчаларнинг бўйлама нишабликлари, %о	
	қумоқ тупроқ	Қумлоқ тупроқ
Мустаҳкамланмаган	10 гача	20 гача
Чим ётқизилган, ўт экилган	10-30	20-30
Тош ётқизилган, бетон плиталар ётқизилган	30-50	30-50
Шаршаралар ва Новлар	50	50

Зовурлар (8.8 - расм) грунтга ётқизилган кувурлар (ёпиқ зовур) ёки йирик сув қочириш материаллари билан тўлдирилган чуқур ариқлардан иборат бўлади. Ёпиқ зовур грунтга ётқизилган асбоцемент, сопол ёки бетондан тайёрланган қувурдан тузилган бўлиб, сув бу қувурга бўғинларнинг очиқ тирқишлари орқали киради. Қувур грунт билан ифлосланмаслиги учун бўғинлардаги тирқиш ғовакли тўкма (фильтр) билан айлантириб ўралади, унинг йириклиги траншеянинг деворларига яқинлашган сари камайиб боради.



8.8 - расм. Ёпиқ зовурнинг схемаси:
а - тош тўлдирилган; б - сув сизадиган зовур қувурлари; 1 - шиббаланган тупроқ; 2 - илдизлари тепага қаратиб ётқизилган икки қатламли чим ёки 3 см қалинликда битум билан ишлов берилган грунт; 3 - қум; 4 - майда шағал ёки чақиқ тош; 5 - йирик шағал ёки чақиқ тош; 6 - грунтга шиббаланган чақиқ тош; 7 - сопол ёки асбоцемент қувур; 8 - депрессия эгри чизиғи; 9 - сув ўтказмайдиган қатлам.

Ғовак тўкма грунтдан оқиб чиқадиган сувни йиғади, шундан кейин бу сув қувур бўйлаб оқади. Дренаж қувурларни геотекстил билан хам ўраш мумкин. Бундай қоплама ўзидан фақат сувни ўтқазади. Зовурлардан сизот сувлар сатҳини пасайтиришда ҳам, йўлга четдан оқиб келадиган сизот сувни тўлиқ тўсиш учун ҳам фойдаланиш мумкин.

Зовурларнинг зах қочириш (камайтириш) жараёни шундан иборатки, қувур грунтга сизот сувлари сатҳидан паст қилиб кўмилганида қувур грунтнинг ёндош қисмларидан сизиб оқиб келадиган сувни тез четлатади, натижада ернинг захи қочади.

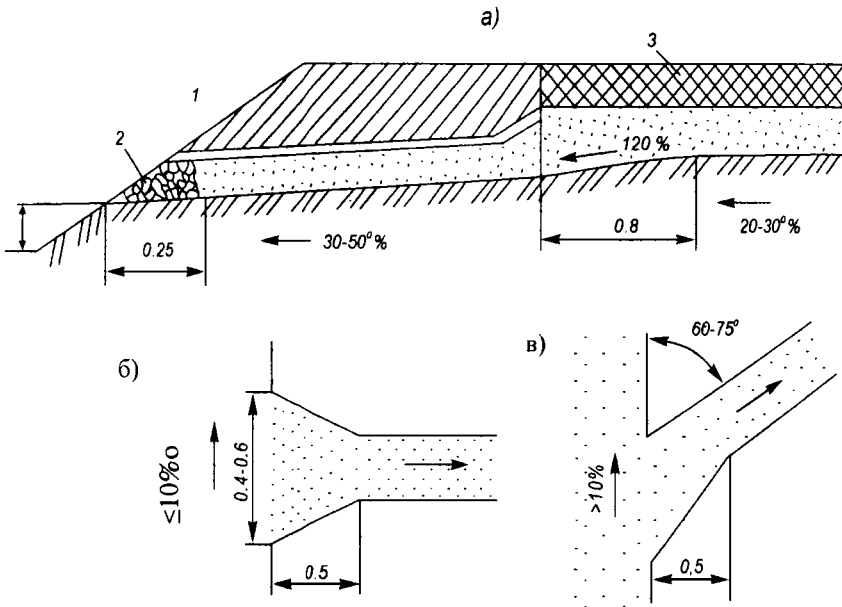
Йўлдан сувни четлатиш тизимига йўл қопламасининг тагига ётқизилган (зах қочириш) қатламини ҳам киритиш мумкин, бу қатлам қум, шағал ва бошқа йирик донли материаллардан иборат бўлади, улар йўл тўшамаси асосига, йўл қирғоғи, шунингдек, қопламалардаги ёриқлар ва чоклар орқали сизиб кирувчи сувни йиғади. Сув қумли қатламдан резервга ёки ён томон ариқларига ташланади, бунинг учун бу қумли қатлам бутун йўл узунлиги бўйлаб кўтарманинг ён бағирларига чиқарилади. Баҳорда зах қочирувчи қатламга қишки нам тўпланиш жараёнида дўппайган жойларда ҳосил бўлган муз қатламчаларини эришидан йўл пойининг қатламларидан ажралиб чиқадиган сув ҳам тушади.

Зах қочирувчи қумли қатламлар ўрмон ва ўрмон-дашт зоналарида муз эриши давридаги ўта намланган чангсимон грунтларда, бошқа зоналарда эса ортиқча намланиш доимий бўлган жойларда ётқизилади. Қатнов қисмнинг энига ва йўл ўтказилаётган иқлим районига қараб зах қочирувчи қатлам ётқизишда ишлатиладиган материалларнинг шиббаланган холатидаги фильтрациялаш коэффициенти 3 дан 10м/сут гача бўлиши керак.

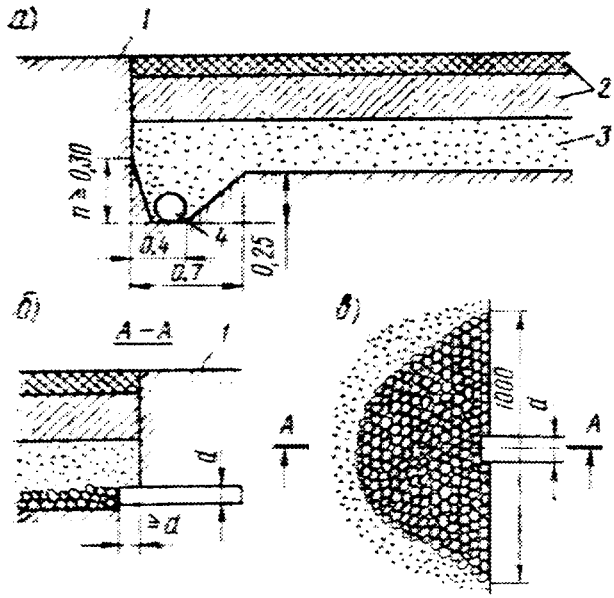
Қулай гидрогеологик шароитларда қумли қатламни кўтарманинг ён бағирларига яхлит чиқариш баъзан захни яхши қочирувчи материаллар (бир хил ўлчамли чақиқ тош, йириклиги 40-60 мм шағал тош) билан тўлдирилган зах қочириш воронкалари билан алмаштирилади, сув булар орқали йўл пойининг ён бағирларига сизиб ўтади. Зах қочириш воронкаларининг профили 0,4×0,2 м бўлиб, улар 4-6 м оралатиб шахмат тартибида жойлаштирилади (8.9 - расм).

Узоқ вақтларгача зах қочириш воронкалари қумли асосдан сувни қочиришнинг асосий усули бўлиб келди. Бироқ зах қочириш воронкаларининг ўтказиш қобилияти унча катта эмас ва қумли асосга тўлган сувни четлатиш учун узоқ вақт талаб этилади. Қишда қатнов қисмига нисбатан қалинроқ қор қатлами билан қопланган йўл ёқаси қатнов қисмга қараганда кечроқ эрий бошлайди. Бунинг натижасида йўл хизмати учун энг маъсулиятли баҳорги эриш даврида ворнконалар музлаган ҳолатда бўлиб йўл пойининг эришидан ажраладиган ва қатнов қисми тагидаги қумли асосда тўпланадиган сувни четлата

олмайдилар. Шунинг учун грунт-гидрогеологик шароитлари унча қулай бўлмаган жойларда зах қочириш воронкаларидан воз кечилади. Зах қочириш қатламидаги сув асбоцемент ёки сопол қувурлардан қилинган кўндаланг ва бўйлама зах қочириш найчалари орқали четлатилади (8.10 - расм), уларни қишда ташқаридан келадиган совуқ ҳаводан эҳтиёт қилиб сақланади. Қумли асоснинг зарур қалинлигини ҳисоблаш 16 - бобда баён қилинган.



8.9 - расм. Зовур воронкалари:
а - йўл пойи бўйича қирқим; б, в - кичик ва катта қияликларда воронканинг қум қатламига қўшилуви; 1 - чим ёки мох қатламчаси; 2 - чақиқ тош ёки шағал; 3 - йўл тўшамаси (либоси).



8.10-расм. Қум асосни қуритиш учун зах қочириш қувурлари:
а - бўйлама зах қочиргич; б - кўндаланг зах қочиргич; в – кўндаланг зах қочиргич планда; 1 - йўл ёқаси; 2 - йўл тўшамаси; 3 - қумли асос; 4 - бўйлама қувурсимон зах қочиргич.

8.2. Йўл чети ариқларини лойиҳалаш.

Йўл чети ариқлари суюқликнинг текис ҳаракати тенгламалари билан ҳисобланади. Агар ариқ унча узун бўлмаса, ҳисобий участканинг охирги профилига хақиқатда тўпланадиган сув сарфининг битта қиймати бўйича ҳисобланади. Агар ариқ узун ёки сув оқиб тушадиган майдон катта бўлса, ариқни узунлиги бўйича алоҳида қисмларга бўлиш ва ҳар қайси қисмни ўзидан оқадиган сув сарфи бўйича ҳисоблаш мақсадга мувофиқ (8.1. п.га қаранг).

Пастдаги ариққа сув оқиб тушадиган майдоннинг юзаси йўл энининг ярими ва ҳисобланаётган қисмининг узунлиги билан аниқланади; юқоридаги ариққа сув фақат йўл энининг яримидангина эмас, балки тепаликдаги ариққача бўлган жойдан, бундай ариқ

бўлмаганида эса (унга оқиб келадиган сув унча кўп бўлмаса) бошқа бирор майдондан оқиб келади, бу майдоннинг контурлари пландаги горизонталлар бўйича топилиши мумкин (8.2 - расм). Ариқларга оқиб келадиган анча хавфли жала оқимларини ҳисоблаш учун тўла оқим формуласидан фойдаланилади:

$$Q_{то} = 87.5\alpha_{соат} F, \qquad (8.1)$$

бу ерда $a_{соат}$ - бир соат давом этган жала жадаллиги (9.3 - жадвалдан аниқланади), мм/мин; бунда жала қуйган ҳудуд харитадан топилади (9.2 - расмга қаранг); F - сув йиғиш майдони, км^2; бу майдон харита масштаби (1:25 000-1:50 000) бўйича аниқланади.

Ариқларни мустахкамлаш тури гидравлик хисоблаш натижаларига асосан танланади.

Одатда ариқ тубининг нишаби 5-10‰ гача бўлганида ариқ мустахкамланмайди. Нишаблик бундан катта бўлганида кўпинча 8.4-жадвалда кўрсатилган мустахкамлаш турларидан бири қабул қилинади. Бундан ташқари, лой-бетон қўлланади ёки грунтга боғловчи материаллар билан ишлов берилади. Ётиғига чим босиш ёки камдан-кам деворчасига чим босиш ариқ ён бағрини мустахкамлаш учун қўлланади. Ариқнинг эни 1,0 м дан ортиқ бўлганида ариқ туби чим босиб мустахкамланади.

Эни 1 м дан кам бўлган ариқ тубига чақиқ тош, йирик шағал, домна шлаки ётқизилади ва шиббаланади. Чақиқ тош қалинлиги 8-10 см (8.6 - расмга қ.).

Ариқ четини мустахкамлаш учун ишлатиладиган чим қатлами янги, ўтлоқдан олинган ва зич бўлиши керак. Торфли ва ботқоқ чимлари яроқсиздир. Синган, илдизлари бузилган чимларни ишлатиш ман қилинади. Бир дона чим бўлагининг катталиги камида 20×25 см, қалинлиги 6-8 см бўлиши керак. Чимларни чокларини бир-бирига боғлаб ётқизилади. Деворга чим босиб мустахкамлашда (барча чоклар албатта зич боғланади) ҳар қайси чим қўшни чимни хар қайси томонидан камида 6-8 см қоплаб туриши керак. Қурғоқчил районларда ётқизиб ва девор ҳосил қилиб чим босишга йўл қўйилмайди, чунки чим қуриб қолади ва илдиз олмайди.

8.4 - жавдал

Мустаҳкамлаш тури	Рухсат этиладиган тезлик, м/с	Мустаҳкамлаш тури	Рухсат этиладиган тезлик, м/с
Ўт экиш	0,8	Қуйидаги қалинликдаги мустаҳкамланган грунт, см 5 10	 1,0 2,5
Ётқизиб чим босиш	1,0	Паст маркали бетон	4-6
Деворига чим босиш	1,8	Бетон плиталар	5-7
15-25 см ли тошларни шағалга якка қават қилиб ётқизиш	2,5-3,5	Сув тушириш поғоналари	5 дан ортиқ
15-25 см ли тошларни икки қават ётқизиш	3,5-4,5		

Эслатма: Жадвалнинг чап қисмидаги тезликлар мавжуд сув четлатиш иншоотларини баҳолаш учун келтирилган.

Тош териб мустахкамлаш учун кўпинча баландлиги 12-14 см, 14-16 ва 16-18 см ли тошлар ишлатилади. Қумли ва қумлоқ грунтларда грунт хамда ётқизилган тош орасига 10-15 см қалинликдаги лой қатлами ётқизилиши керак. Пичан, сомон ёки шағал қатлами бўйича тош ётқизилади. Тошлар зич қилиб, тик холатда санчиб терилади, чақиқ тош оралиқлари тўлдирилади ва шиббаланади. Алоҳида тошларни ётқизиб теришга рухсат этилмайди.

Мустаҳкамлаш учун қўлланадиган лой-бетон юмшоқ қуюқ лой билан табиий тош ёки ғиштдан тайёрланади. Лой-бетон билан

мустаҳкамлаш қалинлиги мўътадил иқлимли районларда 25 см ни ва жанубий районларда 15 см ни ташкил этади.

Мустаҳкамланадиган ўзан грунтлари қумлоқ ва қумли бўлганида якка қаторлаб тош териш учун асосни лой-бетон қатламидан самарали тайёрлаш мумкин.

Боғловчи моддалар (парафинли нефть, мазут, нефть қолдиқлари, суюқ битум, қатрон ва бошқ) ёрдамида ишлов берилган грунт билан мустаҳкамлашни қумли ва қумлоқ грунтларда йўл қурилишида қўллаш мақсадга мувофиқдир. Органик боғловчи материаллар билан ишлов берилган грунт қатламининг қалинлиги 5-10 см бўлиши керак.

Чим ётқизиш ва тош териш йўли билан мустаҳкамлаш жуда сермеҳнат. Кейинги вақтларда механизацияланишга йўл қўядиган усуллар ва мустаҳкамлаш турлари кенг тарқалмоқда. Булар жумласига чим босиш ўрнига, тайёрланган грунтга ўт экиш киради. Оқим тезлиги катта бўлганида арикларнинг тубини мустаҳкамлаш учун тайёрланган шағал қатлами устида паст маркали цементлардан бетон қуйишни қўллаш мумкин.

50×50×8 см ли бетон плиталар билан кошинлаш (қоплаш) айниқса кенг қўлланилмоқда.

Ариқларни мустахкамлаш турини танлаш сувнинг оқиш тезлигига (8.4 - жадвалга қаранг), ариқнинг вазифасига ва маҳаллий материаллар мавжудлигига боғлиқ.

Йўл қўйиладиган оқим тезликлари оқим чуқурлигини ҳисобга олиб, анча аниқ белгиланади.

Бироқ йўлдаги четлатиш иншоотларини лойихалашда мустаҳкамлашнинг ҳар қайси тури учун рухсат этилган ўрта қийматларидан фойдаланиш етарлидир.

Сувнинг оқиш тезлиги одатда Шези-Маннинг формуласи билан аниқланади:

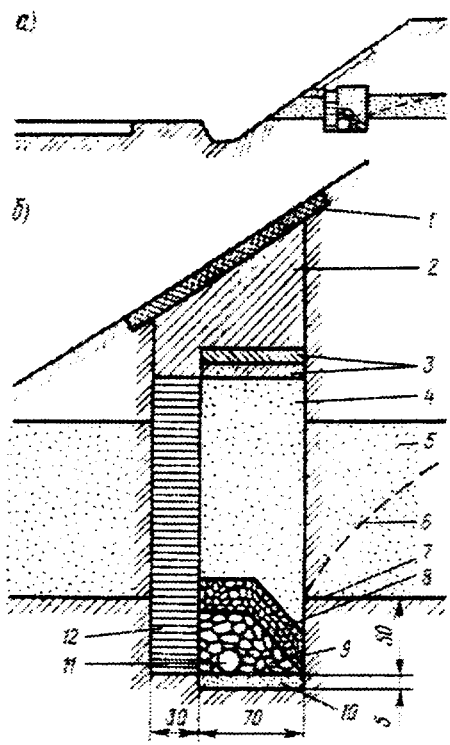
$$\vartheta = n^{-1} R^{2/3} i^{1/2}$$

Гидравлик энг фойдали профил деб аталадиган тушунча бўйича ҳисоблаш йўл ариқларини лойиҳалашда қўлланилмайди, чунки хисоблашнинг бу принципи, одатда, чуқур (туби тор) профил ҳосил бўлишига ва сувнинг катта тезликда оқишига олиб келади.

8.3. Зовурни (дренаж) ҳисоблаш

Дренаж сизот сувларни тутиб қолиш ёки уларнинг сатҳини пасайтириши учун қурилади. Дренажларни ёнаки ариқлар остига жойлаштириш мақсадга мувофиқ, бу ерда уларни лой босганида таъмирлаш қулай бўлади.

Агар ўйма сувли қатламни сув ўтказмайдиган қатламигача кесиб ўтадиган бўлса сувни тутиб қолувчи, экранловчи (қайтарувчи) дренаж одатда ўйма ёнбағирларига қурилади (8.11 - расм).



8.11 - расм. Экранловчи зовур:
а - зовур жойлашувининг умумий схемаси; б - зовур конструкциясининг деталлари; 1 - чим қатлами; 2 - шиббаланган тупроқ; 3 - икки қатлам чим ва битум билан ишлов берилган грунт; 4 - қум; 5 - сувли қатлам; 6 - депрессия эгри чизиғи; 7 - сув ўтказмайдиган қатлам; 8 -майда чақиқ тош ёки шағал; 9 - йирик чақиқ тош ёки шағал; 10 - тупроққа шиббаланган чақиқ тош; 11 - дренаж қувури; 12 - эзилган лойдан қилинган экран.

Бу ҳолда дренажнинг 1 м узунлигига оқиб келадиган сув миқдори сувли қатламни тадқиқ этиш маълумотлари бўйича ҳисобланади:

$$q = Khi_B, \qquad (8.2.)$$

бу ерда К - грунт намуналарини синаш йўли билан аниқланадиган фильтрация коэффициенти (8.5 - жадвал); h - қатламдаги сувнинг чуқурлиги; $i_в$ - сувли қатламнинг нишаблиги.

ℓ узунликда тўпланадиган четлатилиши зарур бўлган сув сарфи:

$$Q = ql = Khli_B, \qquad (8.3.)$$

Бундай миқдордаги сувни ўтказиш учун зарур бўлган қувур ўлчами қуйидаги тенгламадан топилади.

$$Q = K_Д i^{1/2}_Д, \qquad (8.4.)$$

бу ерда $i_Д$ - дренаж қувурининг қиялиги; $K_Д$ - дренаж қувурининг сарф характеристикаси, $м^3/с$, у (асбоцемент ва сопол қувурлар учун) $K_д=24d^{8/3}$ формула билан аниқланади; d - қувур диаметри, м.

Қувурда сувнинг оқиш тезлиги ўрта меъёрда бўлиши керак. Тезлик кам бўлса, қувур лойқа босиб қолади. Оқимнинг ҳақиқий тезлиги 0,6 м/с дан кам бўлмаслиги тавсия этилади ва дренажнинг фильтрловчи тўкилмаси учун рухсат этилган тезликдан ортиб кетмаслиги керак. Думалоқ профилли дренаж қувурда оқим тезлиги қуйидаги формула билан ҳисобланиши мумкин:

$$\vartheta_д = W_д i^{1/2}_д, \qquad (8.5.)$$

бу ерда $W_д$ - қувурнинг тезлик характеристикаси бўлиб, у 30,4 $d^{2/3}$ га тенг.

Сизот сувлари сатҳи юқори бўлган жойларда йўл қуришда кўтарма четини ва қатнов қисмини шундай кўтариш мумкинки, бунда сизот сувлари сатҳини пасайтириш талаб этилмайди. Бироқ баъзан кўтарма четининг вазияти белгиси берилган бўлади ва уни ўзгартиришнинг иложи бўлмайди.

Бу холда йўл тўшами асосини ўта намланишдан сақлашнинг бирдан бир усули - йўл пойи остида сизот сувлари сатҳини пасайтиришдир.

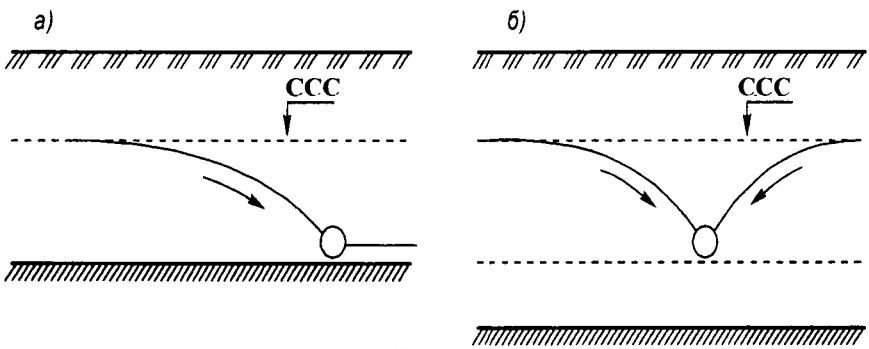
Бунинг учун ёнаки дренажлар сизот сувлари сатҳининг талаб этилган даражада пасайишини таъминловчи чуқурликда ётқизилиши керак.

Агар бунда дренажлар сув ўтказмайдиган қатламда ётса (8.12 - расм, а), у ҳолда битта тепадаги дренажни (сув оқиб келаётган томондан) қуриш билан чекланиш мумкин. Бу дрена ҳам юқорида баён этилган усулда ҳисобланади. Дренаж орқасидаги жойларнинг захи аста-секин қочади. Бундай дренажлар такомиллашган дренажлар деб аталади. Сув ўтказмайдиган қатлам чуқур ётганида иккита дрена қурилиб, улар йўлнинг ҳар икки томонида симметрик жойлаштирилади ва улар муаллақ, такомиллашмаган ҳолда қолдирилади (8.12 - расм, б).

Такомиллашмаган дренажларнинг зарур ётқизилиш чуқурлигини аниқлаш учун сизот сувларнинг депрессия (пасайиш) эгри чизиқлари қурилади, дреналарга сув оқиб келиши ва уларнинг профили юқорида келтирилганга ўхшаш ҳисобланади.

Ҳар қайси дренаж бирор жойнинг захини қочиради. Бу жойнинг дренадан бир томонга қараб ҳисобланган энг катта эни дренажнинг таъсир радиуси деб аталади:

$$R = Htg\alpha \,, \qquad (8.6)$$



8.12 - расм. Ёпиқ зах қочиргичлар:
а - такомиллашган; б - такомиллашмаган.

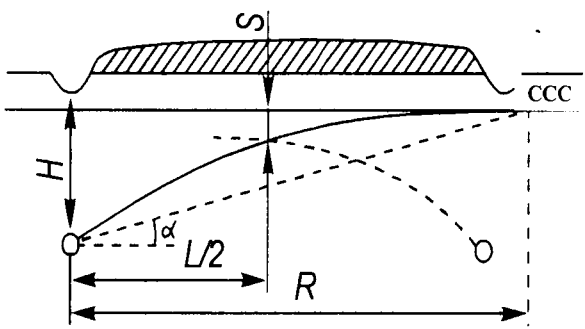
бу ерда tg α - депрессия эгри чизиғини тортиб турувчи ватар (8.5 - жадвалга қаранг) қиялиги бурчагининг тангенси, у сув элтувчи қатлам грунтининг хоссаларига боғлиқ.

8.5 - жадвал

Грунтлар	K, м/с	tg α, ‰
Йирик ва шағалли қумлар	10^{-2}	1,5-3
Майда қумлар	10^{-2}-10^{-3}	3-10
Қумлоқ тупроқ	10^{-4}-10^{-5}	10-25
Қумоқ тупроқ	10^{-5}-10^{-7}	25-50
Лойлар	10^{-7}	50-80
Оғир лойлар	10^{-7}	80-100
Торфлар	10^{-3}-10^{-4}	10-70

Депрессия эгри чизиғининг шакли (8.13-расм) иккинчи даражали парабола бўлиб, унинг тенгламаси оқим бўйлаб чуқурликнинг ўзгаришидан иборат

$$h = H\sqrt{1 - x/R}\,, \qquad (8.7.)$$



8.13 - расм. Кювет остидаги муаллақ зовурни ҳисоблашга оид схема.

x=0 да, яъни дренадан энг узоқ масофада h=H ва депрессия эгри чизиғи пасаймайди. X=R да h=0 ва депрессия эгри чизиғи H чуқурликка пасаяди.

Иккита дрена орасидаги масофа L на билсак йўл ўртасида сизот сувлари сатҳининг пасайишининг ҳисоблаш тенгламасини ҳосил қиламиз.

$$S = H - h = H(1 - \sqrt{L/(2R)}) \ , \qquad (8.8.)$$

Муаллақ дренажни ҳисоблаш тартиби:

1)Йўл тўшамининг захи қочириладиган қатламининг капилляр сувлар билан кўмилмаслик шарти бўйича йўл ўртасида сув сатҳининг пасайиши S белгиланади;

2)S=H-h ва икки муаллақ қўшни дреналар орасидаги масофа L маълум бўлса, дренанинг сув сатҳидан паст ётқизилиш чуқурлиги H аниқланади, бунинг учун (8.8.) боғлиқликдан келиб чиқадиган квадрат тенглама ечилади

$$\left(\frac{S}{H}\right)^2 + \left(2 + \frac{Ltg\alpha}{2S}\right)\frac{S}{H} + 1 = 0 \qquad (8.9.)$$

Пасайиш S маълум бўлса, дренажнинг зарур ётқизилиш чуқурлиги

$$H = S : (S/H)$$

3)Дренанинг узунлик бирлигига тўғри келадиган четлатиладиган сув оқим фильтрация коэффициенти K орқали аниқланади (ҳар қайси дренага сизот суви икки томондан оқиб келади).

$$2q = 2kh\frac{dh}{dx}, \qquad (8.10)$$

(8.6.) ва (8.7.) ифодаларни ҳисобга олсак,

$$2q = K\frac{H^2}{R} = KHtg\alpha \qquad (8.11)$$

Дренанинг бутун узунлигидаги сизот сувлари миқдори

$$Q = K\ell_0 Htg\alpha \qquad (8.12)$$

Сизот сувларининг сатҳи пасаядиган грунтларда фильтрация коэффициенти даладан структураси бузилмасдан олинган грунт намуналарини бевосита синаш йўли билан аниқланади.

Фильтрация коэффициенти шунингдек, дала шароитларида «сув тортиш» ва «сув хайдаш» усули билан ҳам аниқланиши мумкин. Тахминий ҳисоблашлар учун 8.5 - жадвал маълумотларидан фойдаланиш мумкин.

9-боб

КИЧИК КЎПРИКЛАР ВА ҚУВУРЛАРНИ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ

9.1. Умумий маълумотлар

Сув четлатувчи кичик иншоотлар автомобил йўллари ёмғир ёки эриган қор сувлари оқадиган анҳорлар, жарликлар ва сойликлар билан кесишадиган жойларда қурилади. Сув ўтказувчи иншоотларнинг сони иқлим шароитларига ва рельефга боғлиқ, уларни қуриш қиймати эса такомиллашитирилган қопламали автомобил йўллари умумий қийматининг 8-15 % ини ташкил этади. Шунинг учун қурилишни индустриаллаштиришга имкон берадиган сув ўтказиш иншоотларининг турини тўғри танлаш ва оқилона лойиҳалаш автомобил йўллари қурилиши қийматини камайтиришда катта аҳамиятга эга.

Йўлнинг 1 км га тўғри келадиган сунъий иншоотлар сони асосан жой рельефига боғлиқ (9.1 - жадвал).

9.1-жадвал

Йўл қурилиш ҳудудлари	1 км га тўғри келадиган иншоотлар-нинг ўртача сони	Йўл қурилиши ҳудудлари	1 км га тўғри келадиган иншо-отларнинг ўртача сони
Саҳролар ва ярим саҳролар	0,3	Жуда ўнқир-чўнқир рельеф	1,0 - 1,5
Ботқоқли ҳудудлар	1	Тоғли ҳудудлар	1,5 - 2
Текислик	0,5 - 1	Сунъий суғориш ҳудудлари	3
Ўртача паст-баланд /тепаликли/ рельеф	0,7 - 1,2		

Сув ўтказувчи иншоотларнинг асосий турига кичик кўприклар ва қувурлар киради. Сувни йўл пойи орқали оқизиб ўтказадиган иншоотнинг бошқа турлари - новлар кам тарқалган. Тош ётқизиб

мустаҳкамланадиган новларни паст тоифали йўлларда (IV ва V) даврий равишда оқадиган сув оқимлари билан кесишган жойларда қўллашга йўл қўйилади, оқизиб ўтказиладиган сувнинг чуқурлиги 0,15-0,20 м дан ошмаслиги керак.

Автомобил йўллари ва темир йўлларда куриладиган сув ўтказувчи иншоотларнинг катта қисмини (95 % дан ортиқ) қувурлар ташкил этади. Улар автомобилларнинг харакатланиш шароитларини ўзгартирмайди, чунки уларни йўлнинг плани ва профилининг ҳар қандай уйғунлигида жойлаштириш мумкин. Қувурлар қатнов қисмини ва йўл ёқасини торайтириб қўймайди, шунингдек, йўл тўшамаси турини ўзгартиришни талаб этмайди. Бундан ташқари, қувурларни вазни унча катта бўлмаган темир-бетон ва бетон элементлардан тўла йиғиб қуриш мумкин, бу эса юк кўтарувчанлиги кичик кранлардан фойдаланиш имконини беради.

Кўприклар қуриш йўлларни бўйлама профилига анча катта талаблар қўяди. Кўприкларни вертикал ва горизонтал эгриликларда ёки катта бўйлама қияликларда жойлаштириш уларнинг конструкциясини мураккаблаштириб юборади. Кўприкларда баъзан унга келадиган йўллар қопламасидан бошқачароқ қопламалар турини қўллашга тўғри келади; кўтармаларнинг анча баланд бўлиши, масалан, чуқур жарликларни кесиб ўтишда, хатто сув сарфи жуда кам бўлганида хам, устининг узунлиги катта бўлган кўприклар қуришга олиб келади, бу эса кўприк қуришни қимматга туширади; сув оқимларини кўприклар қийшиқ кўринишда кесиб ўтиши хам қийинчилик туғдиради.

Айтиб ўтилган хамма ҳолатлар қувурларни доимий ва даврий оқадиган сув оқимларида сув ўтказадиган кичик турдаги иншоотларнинг асосий тури деб қарашга имкон беради. Қувурлар йўлга оқиб келадиган сувнинг ҳаммасини ўтказаолмайдиган ҳоллардагина кўприклар қурилади.

Ҳозирги йўл қурилишида темир-бетон кўприклар ва марказлаштирилган корхоналарда олдиндан тайёрланган йиғма элементлардан иборат стандарт кувурлар энг кўп тарқалган. Темир-бетон кувурларнинг асосий тури бирхиллаштирилган (думалоқ ва

тўғри тўртбурчак кесимли) кувурлардир. Улар автомобил йўлларида ҳам, темир йўлларида ҳам қўлланади.

Тоғли жойлардаги паст тоифали йўлларда баъзан иш жойида қуруқлайин тош-ғиштдан терилган қувурлар қурилади.

Кўтарманинг баландлигини оширмасдан иншоотнинг ўтказиш қобилиятини ошириш учун ёнма-ён ётқизилган бир нечта қувурлардан иборат кўп тешикли қувурлар қурилади. Кузатишларнинг кўрсатишича, бу холларда сув сарфи қувурлар ўртасида тенг тақсимланади, бироқ тешиклари сони тўрттадан ортиқ қувурлар тежамли эмас. Бу ҳолларда кўприклар қурилгани маъқул.

Ҳисобий оқимларни ўтказишда қувурлар, одатда босимсиз режимда ишлаши керак,бунда иншоотнинг бутун узунлигида оқим эркин сирти бўйича ҳаво билан тегишиб туради.

Истисно тариқасида автомобил йўлларида, баъзан шаҳар йўлларида ярим босимли ёки босимли (иншоотга кириш жойи кўмилган) режимга рухсат берилади, бунда қувурларнинг ва йўл пойининг сув сизишига қарши турғунлигини таъминлайдиган конструктив тадбирлар кўрилиши шарт.

Сув босимсиз режимда оққанида қувур ички сиртининг юқориги нуқтасининг сув сатҳидан кўтарилиб туриши сувга тасодифий тушиб қолган буюмларни ўтказиб юборадиган даражада бўлиши керак ва баландлиги 3 м гача бўлган доиравий кесимли ва гумбазсимон қувурларда қувур баландлигининг 1/4 қисмини, баландлиги 3 м дан ортиқ қувурларда эса камида 0,75 м ни; баландлиги 3 м гача бўлган тўғри тўртбурчак қувурларда қувур баландлигининг камида 1/6 қисмини, ташкил этиши, баландлиги 3 м дан ортиқ қувурларда камида 0,5 м бўлиши керак.

Автомобил ва шахар йўлларида туйнугининг диаметри камида 0,75 м бўлган қувурлардан фойдаланилади (йўлдан тушиш жойларидаги ариқларда камида 0,5 м). Фойдаланишни қулайлаштириш мақсадларида 20 м дан кам узунликда тешигининг диаметри камида 1,0м бўлган қувурлар, узунлик катта бўлганида тешигининг диаметри камида 1,25 м бўлган қувурлар тавсия этилади.

Қувурларни доимий сув оқимларида ётқизиш мумкин эмас, бу ерларда сув муз устида ҳалқобланиши ва муз сузиб юриши мумкин. Дарахт оқизиб келадиган сув оқимлари кесишган жойларда ҳам қувурлар ётқизишга рухсат берилмайди.

9.2. Кичик сув ҳавзаларида жала сувларининг ҳажмини ва сарфларини аниқлаш

Кичик сув ҳавзасидан иншоотга оқиб келадиган сув миқдорини гидрология курсида ўрганиладиган ҳисоблар билан аниқлаш мумкин, бу ҳисобларни бажаришда турли фаразлар (шартлиликлар) ва ҳатоликлар бўлиши муқаррар. Ёмғир ва эриган қор сувларининг тупроққа шимилишини ҳисобга олиш жуда қийин. Шунинг учун кичик ҳавзалардаги сув сарфи ва хажми оқим меъёрлари бўйича ҳисобланади, яъни барча сув ҳавзалари учун маълум географик ҳудудларда оқимнинг метреологик омиллари бир ҳилда баҳоланади. Оқим меъёрларини текшириш учун ҳисобий қийматлар кузатилаётган қийматларга таққослаб кўрилади. Одатда, оқимнинг қузатилаётган бундай қийматлари кўп эмас, бунда уларнинг яна катта оқим билан кучайиб кетишини баҳолаш қийинчилик туғдиради.

Одатда оқим хажмлари ва сарфлари жала ва эриган қор сувлари ҳисобига ошади деб ҳисоблайдалар. Шу асосда метеостанцияларда ёғин-сочинларни ва қор эришини кузатиш натижалари (булар катта ва шиддатли жалаларни ва қорнинг эриш жадаллигини баҳолаш имкониятини беради), шунингдек, жойда оқимларнинг ўтиш излари бўйича топилган сув сарфлари қиймати бўйича минтақавий (районлар бўйича) оқим меъёрлари тузиш мумкин, булар одатда анча ишончли бўлади.

Минтақавий меъёрлар тузиш учун маълумотлар бўлмаганида умумий (мамлакатдаги) оқим меъёрларидан фойдаланилади. Барча турдаги мухандислик лойиҳаларида эриган қор сувларининг оқиш меъёрлари қабул қилинган. Турли идораларнинг лойиҳалаш

ташкилотларида жала оқимини ҳисоблаш турли меъёрлар бўйича олиб борилади.

Жала сувлари иншоотларга деярли учбурчак гидрограф бўйича оқиб келади. (9.1.) формула билан аниқланадиган энг катта сарф жуда қисқа вақт давомида кузатилади. Шунинг учун иншоотдаги ҳисобий сарф унга оқиб келадиган энг катта сарфдан кам бўлади,бунга иншоот олдидаги ҳовузда бир қисм оқимнинг тўпланиб қолиши сабаб бўлади. Сув оқимининг ҳовузда тўпланиб қолишини ҳисобга олиш 9.5. п. да батафсил кўриб чиқилади.

Кичик сув ҳавзаларидан келадиган оқимни ҳисоблаш принципи чегаравий интенсивликлар усули деб аталади. Бу усулдан транспорт иншоотларини ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин.

МАДИ ва «Дорпроект» институтида ҳисоблашнинг шундай усулларидан бири таклиф этилган.

Ҳисоблаш жала сувлари оқимининг умумий формуласига асосланган

$$Q_{ж} = 16{,}7 a_{хис} F \alpha \varphi , \qquad (9.1.)$$

бу ерда $a_{хис}$- жаланинг ҳисобий интенсивлиги, бунинг ошиш эҳтимоли жаланинг давомийлигига боғлиқ бўлган, изланаётган сарф эхтимолининг ошишига ўхшайди, мм/мин; F - сув ҳавзасининг майдони, км^2, карта бўйича горизонталларда аниқланади; α - оқим коэффициенти, сув ҳавзаси сиртидаги грунт турига боғлиқ (9.2 - жадвал); φ - редукция коэффициенти, оқимнинг тўлиқмаслигини ҳисобга олади, сув қанча кўп йиғилса, бу ҳам шунча катта бўлади.

Кучли жалада сув грунтга сингиб улгурмайди, буни, яъни жала оқими ҳосил бўлишининг ҳақиқий шароитларини ҳисобга олиб, оқим коэффициенти α ни 1 га тенг қилиб олиш мумкин.

Дорпроект институти маълумотларига кўра 100 км^2 гача майдонлар учун редукция коэффициенти қуйидаги формула бўйича ҳисобланиши мумкин

$$\varphi = 1/\sqrt[4]{10F} , \qquad (9.2.)$$

бунда F ≤ 0,1 км^2 учун φ =1.

Жаланинг интенсивлиги a билан унинг давом этиш вақти t (мин) ўртасидаги боғлиқлик қуйидагича бўлади

$$a = K_u / t^{2/3}, \qquad (9.3.)$$

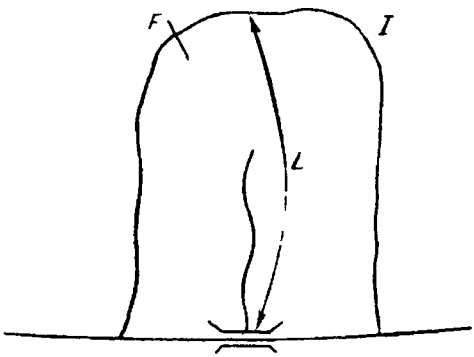
бу ерда Ки- иқлим коэффициенти; $K_и = a_{соат}\, 60^{2/3}$.

Жала интенсивлигини ҳисоблашга унинг соатлик давомийлигини (бу жалалар яхши ўрганилган) киритиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$a = (60/t)^{2/3} a_{соат}, \qquad (9.4.)$$

бу ерда $a_{соат}$ бир соат давом этган жаланинг ўртача интенсивлиги, мм/мин.

Чегаравий интенсивликлар принципи шундан иборатки, жаланинг ҳисобий, энг хавфли давомийлиги учун сувни хавзанинг энг узоқдаги нуқтасидан йўлгача етиб келиш вақти қабул қилинади (9.1 - расм.)



9.1 - расм. Ҳавзанинг геометрик элементлари.

$$t_{хис} = L / \vartheta_{е.к} \qquad (9.5.)$$

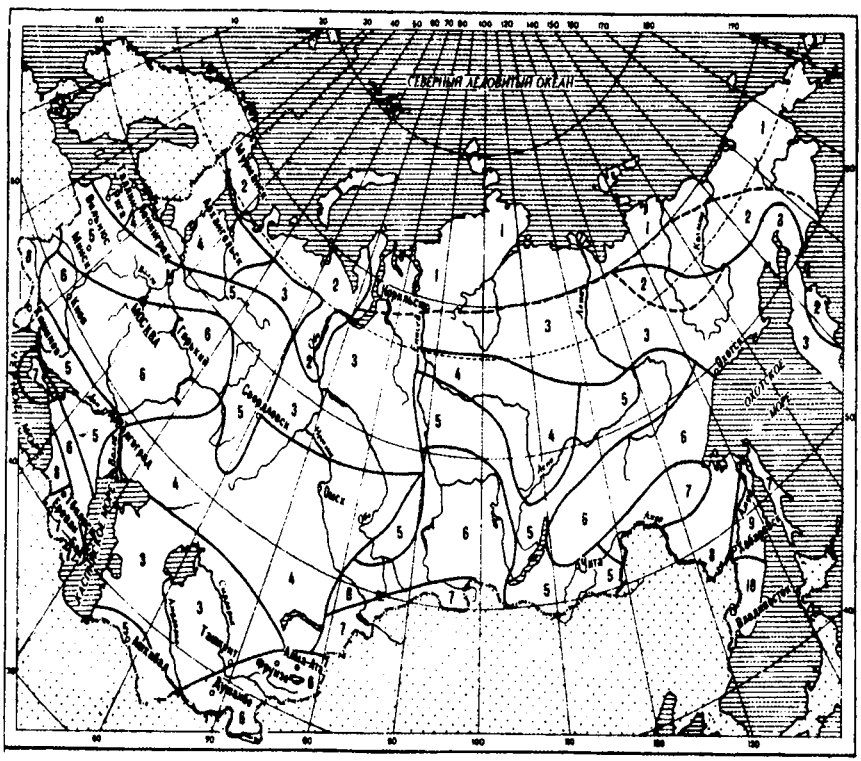
бу ерда L - ҳавзанинг узунлиги, км; $\vartheta_{ек}$ - етиб келиш тезлиги, км/мин.

Бинобарин,

$$a_{хис} = \left(\frac{60\,\vartheta_{ек}}{L} \right)^{2/3} a_{соат} = K_t a_{соат} \qquad (9.6)$$

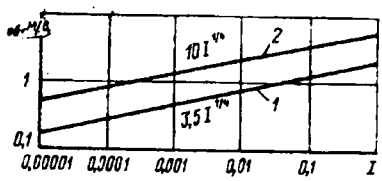
Қавслар ичида турган ўлчовсиз катталик (K_1 билан алмаштирилди) бир соат давом этган жала интенсивлигидан ҳисобий интенсивликка ўтиш коэффициентидан иборат. Бир соатлик жала интенсивлиги қийматлари 9.3 - жадвалда келтирилган. Жала худудининг номери харита-схема (9.2 - расм) бўйича белгиланади.

Жадвал ва харита Дорпроект институтида Б.Ф.Перевозников томонидан ишлаб чиқилган.

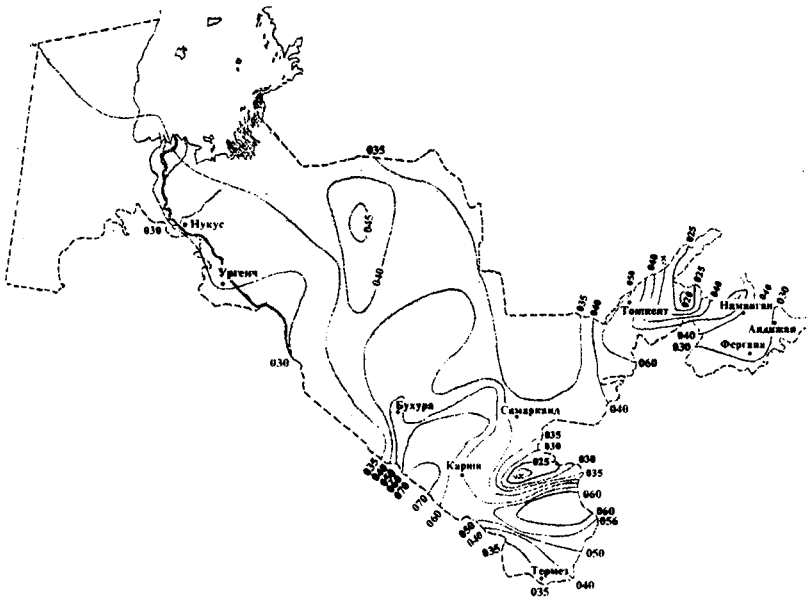


9.2-расм. Жала кўп ёғадиган худудларнинг харита-схемаси. Сувнинг етиб келиш тезлиги Д.Л. Соколовский маълумотлари бўйича аниқланиши мумкин, у тезликни белгилайдиган асосий омил хавзанинг қиялиги I эканлиги кўрсатди. Бу маълумотларга ишлов берилганда хавзанинг одатдаги чим босган сирти учун тезлик қуйидагига тенг (9.3 - расм):

$$\vartheta_{ек} = 3.5I^{1/4}(м/с), \quad ёки \quad \vartheta_{ек} = 0,2I^{1/4}(км/мин) \qquad (9.7.)$$



9.3-расм. Ёмғир сувларининг оқиб тушиш тезлигининг ҳавза қиялигига боғлиқлиги:
1-ҳавзанинг чим босилган сирти;
2-силлиқ мустаҳкамланган сирт.



9.4 - расм. 1% ли таъминлангандаги бир соатли ёққан ёмғирнинг жадаллик харитаси.

Силлиқ сиртлар учун (йўл қопламалари, шахарларда асфальтланган ховлилар):

$$\vartheta_{ек} = 10I^{1/4}(м/с), \text{ ёки } \vartheta_{ек} = 0,61I^{1/4}(км/мин) \qquad (9.8.)$$

9.2. жадвал

Сирт тури ва тавсифи	Сув ҳавзасининг майдони қуйидагича бўлганида α коэффициенти, км^2		
	0-1	1-10	10-100
Асфалт, бетон, ёриқсиз қоя	1,0	1,0	1,0
Қуюқ лой, тақирлар	0,7-0,95	0,65-0,95	0,65-0,9
Қумоқ , қулранг тупроқлар, тундра ва ботқоқ тупроқлари	0,6-0,9	0,55-0,80	0,5-0,75
Қора тупроқ, каштан тупроқлар, лёсс, карбонатли тупроқлар	0,55-0,75	0,45-0,7	0,35-0,65
Қумлоқ тупроқлар, чўл тупроқлари	0,3-0,55	0,2-0,5	0,2-0,45
Қумли, шағалли, тошли юмшоқ тупроқлар	0,2	0,15	0,10

9.3 - жадвал

Худуд-лар	Ошиш эхтимоли қуйидагича бўлганда бир соат давом этган жаланинг интенсивлиги, %							
	10	5	4	3	2	1	0,3	0,1
1	0,27	0,27	0,29	0,32	0,34	0,40	0,49	0,57
2	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,61	0,75
3	0,29	0,41	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	1,15
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	1,14	1,32
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	1,26	1,48
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,89	1,01	1,46	1,79
7	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	1,15	1,50	1,99
8	0,79	0,98	1,07	1,15	1,24	1,41	1,78	2,07
9	0,81	1,02	1,11	1,20	1,28	1,48	1,83	2,14
10	0,82	1,11	1,23	1,35	1,46	1,74	2,25	2,65

Ўтиш коэффициентлари $K_t=(60\vartheta_{ек}/L)^{2/3}$ нинг қийматлари хавзанинг чим босган сиртлари учун аниқланган (9.4 - жадвал). Жала 5 мин ва ундан кам давом этганида K_t коэффициенти ўзининг чегара қийатига

етади (K_t=5,24). Бунга қисқа хавзалардаги тўла оқим мос келади, бундай хавзаларда сув доимий сарф $Q_{т.о.}$ билан узоқ вақт оқади.

Силлиқ (текис) сиртли хавзалар учун жадвал қийматлари икки баравар ортади, бироқ 5,24 дан ошмаслиги керак.

Шундай қилиб, (9.6) муносабатини (9.1) га қўйгандан кейин жала оқими сарфининг ҳисобий формуласи қуйидаги кўринишни олади:

$$Q_{ж} = 16{,}7 a_{соат} K_t \varphi F \qquad (9.9)$$

тўла оқим сарфи формуласи эса (K_t=5,24 ва φ=1 да)

$$Q_{то} = 87{,}5 a_{соат} F \qquad (9.10)$$

Жала оқимининг ҳажми оқим қатлами $h_ж$ билан редукция коэффициенти ҳамда сув ҳавзаси майдони F нинг кўпайтмаси тарзида аниқланади. Бунда α=1 деб қабул қилинади (юқорига қаранг):

$$h_{ж} = a_{хис} \varphi t_{хис} = K_t a_{соат} = \frac{L}{\vartheta_{ек}} \varphi \qquad (9.11)$$

у ҳолда жала оқимининг ҳажми, $м^3$.

$$W = 60000 a_{соат} \frac{F}{K_t} \varphi \qquad (9.12)$$

Кичик сув ўтказиш иншоотлари одатда ҳисобий жала оқимининг бир қисми учунгина ҳисобланади. Жала оқимининг тўлиқ сарфини ўтказишга эса оқим тўлиқ бўлган ҳолдагина, ҳисобий жала 5 мин ва ундан кам вақт давом этганида ҳисобланиши, зарур (9.4-жадвалга қаранг), бунда коэффициентни K_t энг катта 5,24 қийматига эришади.

9.4. жадвал

L, км	Ҳавза қиялиги I да K_t коэффициентининг қийматлари							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
0,15	4,21					Тўла оқим 5,24		
0,30	2,57	3,86						
0,50	1,84	2,76	3,93					
0,75	1,41	2,08	2,97	4,50	5,05			
1,0	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18
1,25	1,00	1,49	2,20	2,24	3,60	3,90	4,23	4,46
1,50	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90
1,75	0,80	1,18	1,75	2,58	2,84	3,06	3,33	3,52
2,0	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27
2,5	0,63	0,92	1,37	2,02	2,26	2,44	2,65	2,80
3,0	0,56	0,82	1,21	1,79	2,0	2,16	2,34	2,49
3,5	0,50	0,74	1,10	1,62	1,81	1,95	2,12	2,31
4,0	0,46	0,68	1,0	1,48	1,65	1,78	1,94	2,11
4,5	0,42	0,62	0,93	1,37	1,53	1,65	1,78	1,95
5,0	0,40	0,58	0,86	1,27	1,42	1,54	1,67	1,82
6,0	0,35	0,52	0,76	1,13	1,26	1,36	1,48	1,61
6,5	0,33	0,49	0,73	1,07	1,20	1,29	1,40	1,53
7,0	0,32	0,47	0,69	1,02	1,14	1,23	1,33	1,45
8,0	0,29	0,43	0,63	0,93	1,04	1,12	1,22	1,33
9,0	0,27	0,39	0,58	0,86	0,96	1,04	1,13	1,23
10,0	0,25	0,37	0,54	0,80	0,90	0,97	1,05	1,14
11,0	0,23	0,34	0,51	0,75	0,84	0,91	0,98	1,07
12,0	0,22	0,32	0,48	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99
13,0	0,21	0,31	0,46	0,67	0,75	0,81	0,88	0,96
14,0	0,20	0,29	0,43	0,64	0,72	0,79	0,84	0,91
15,0	0,19	0,28	0,41	0,61	0,68	0,74	0,80	0,87
20,0	0,16	0,23	0,34	0,50	0,56	0,61	0,66	0,72

9.3. Кичик сув хавзаларидан эриб оқадиган қор сувлари оқимини ҳисоблаш

Ҳамма турдаги иншоотларни (шу жумладан кичик кўприклар ва қувурларни) лойиҳалашда татбиқ этиладиган «Ҳисобий гидрологик тафсилотларни аниқлаш» га асосан (СНиП 2.01.14-83) ҳар қандай ҳавза учун эриган қор сувларининг ҳисобий энг катта сарфи қуйидаги редукцион формула бўйича аниқланади.

$$Q_т = \frac{K_o h_x F}{(F+1)^n} \delta_1 \delta_2, \qquad (9.13)$$

бу ерда h_x - умумий оқимнинг ҳисобий қатлами, мм, ошиш эҳтимоли изланаётган энг катта сарф эҳтимолига тенг; F - сув ҳавзаси майдони,км^2; $к_o$ - сув тошқинининг бирдамлик коэффициенти, унинг қиймати жадваллардан олинади; n - даража кўрсаткичи; тоғлик жойлардаги сув ҳавзалари (қиялиги 0,05 дан кўп) учун n=0,15; δ_1, δ_2 - ҳавзадаги сув сарфининг кўллар, ўрмонлар, ботқоқликлар ҳисобига камайиш коэффициентининг қиймати.

9.5-жадвал

$\beta = 5\frac{F_y}{F} + 10\frac{F_б}{F} + 1$ (бутун сонлар)	β (ўнли улушларда)				
	0	2	4	6	8
	δ_2				
1	1	0,94	0,88	0,84	0,80
2	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64
3	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54
4	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46
5	0,44	0,43	0,42	0,40	0,39
6	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33
7	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29

Эслатма: $F_ў$ ва $F_б$ ҳавзадаги ўрмон ва ботқоқликлар юзи.

δ_1 нинг қиймати:

Серқўллик, % ...	2-5	5-10	10-15	15дан ортиқ
δ_1.....	0,9	0,8	0,75	0,7

δ_2 нинг қиймати 9.5 - жадвалдан олинади.

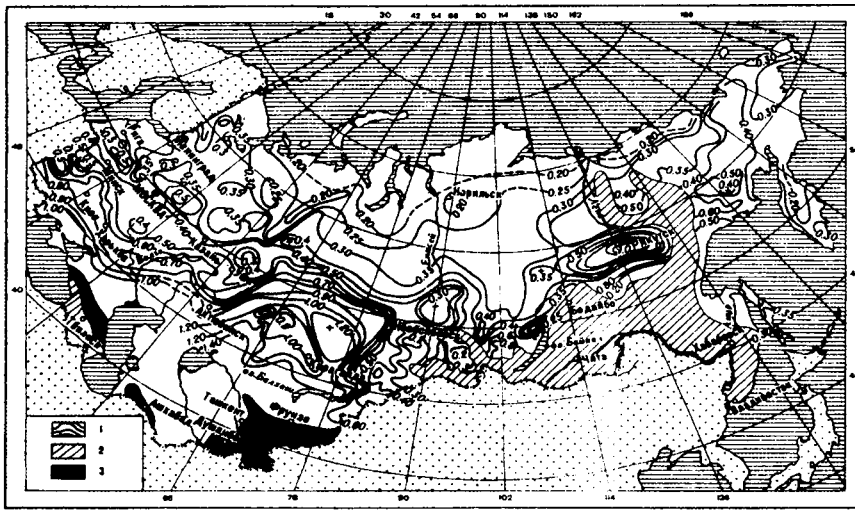
Тошқин вақтида оқим қатламини аниқлаш ошиш эхтимоли бўйича учта параметр: оқимнинг кўп йиллик ўртача қатлами $\bar{h}$, ўзгарувчанлик коэффициенти $C_{\vartheta h}$, оқим баландлиги ассиметрия коэффициенти C_{sh} бўйича ҳисобланади. Марказий Осиёда майдони 1000 км^2 дан ортиқ сув ҳавзалари учун оқимнинг ўртача қатлами баландлиги бевосита харитадан топилади (9.5 - расм). Кичик ҳавзалар учун харитадан олинган қийматларга тузатиш коэффициентининг қиймати киритилади: сертепа рельефда ва лойли тупроқларда 1,1, текис рельеф ва қумли тупроқларда 0,9. Оқим жуда кўп исроф бўладиган (қумдаги эман ўрмонлари, туфоген жинслар анча кўп тарқалган ва б.) жойларда 0,5 коэффициенти киритилади. Қурғоқчил районларда қатлам қалинлигининг харитадан олинган қийматларига тузатиш коэффициентлари киритилади (9.6 - жавдал).

Ҳавзаларнинг серкўллиги 2% дан ошганида оқимнинг харитадан олинган ўртача қатлами δ_1 коэффициентни киритиш билан камайтирилади.

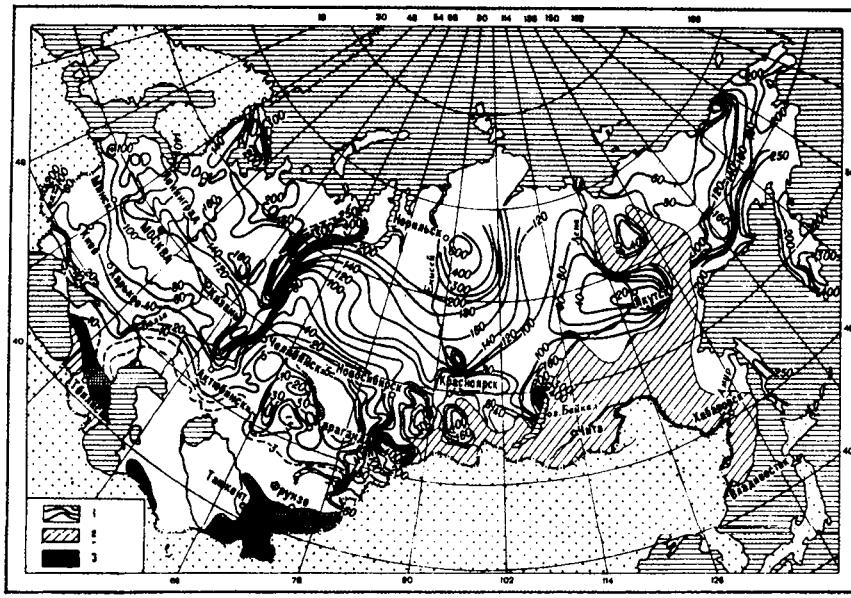
Ўзгарувчанлик коэффициенти $C_{\vartheta h}$ изочизиқлар харитасидан қабул қилинади (9.6 - расм), бунда майдони камида 200 м^2 дан кам хавзалар учун унинг қиймати қуйидаги коэффициентларга кўпайтирилади:

Ҳавзанинг майдони, км2 ...	0-50	51-100	101-150	151-200
Коэффициентлар ...	1,25	1,20	1,15	1,05

Асимметрия коэффициенти C_{sh} тексликдаги сув ҳавзалари учун $2C_{\vartheta h}$ га тенг қилиб қабул қилинади. Тоғли жойдаги сув ҳавзалари учун $C_{sh}=(3\text{-}4)C_{\vartheta h}$.



9.5-расм. Қор сувлари оқими ўрта қатламларининг харитаси.

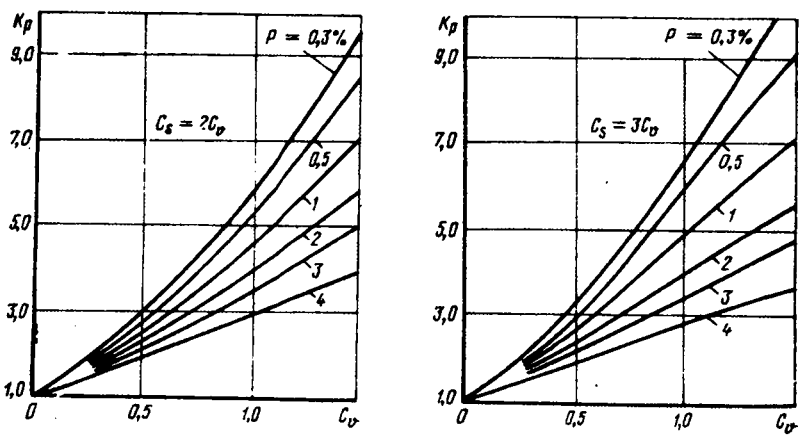


9.6-расм. Қор сувлари оқими қатламларининг ўзгарувчанлик коэффициентлари харитаси.

9.6 - жадвал

Харитадан олинган оқим қатламининг ўртача баландлиги, мм	Сув ҳавзанинг майдони қуйидагича бўлганида тузатиш коэффициентлари, км^2				
	10дан кам	100	500	1000	3000
10 дан кам	3,5	2,3	1,6	1,6	1,0
10 дан 15 гача	2,5	1,6	1,4	1,2	1,0
15 дан 30 гача	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0

Тошқин вақтидаги оқим қатлами баландлигининг қийматини аниқлаш учун ошиш эҳтимоли эгриликларининг ординаталари 9.7 - расмдан топилади, бу расмда тақсимланишнинг гамма-параметрик қонуни учун $h_{хис}$: $\bar{h}=K_p$ нисбат берилган.



9.7-расм. Оқим қатламларининг модул коэффициентлари эгри чизиқлари.

Оқимнинг ҳисобий қатлам баландлиги

$$H_{хис}=K_p\ \bar{h} \qquad (9.14)$$

Кичик сув ҳавзаси учун δ коэффициентларини, айниқса оқим қатламида серқўлликни ҳисобга олишда, 1 га тенг қилиб қабул қилиш мумкин, чунки кичик ҳавзаларда кўлларнинг жойлашуви камдан-кам

ҳодиса, унча катта бўлмаган майдонлардаги ўрмон эса автомобил йўли қурилгандан кейин йўқотилиши мумкин.

Ўрта Осиё шароити учун максимал қор сувлари сарфи қуйидаги формула орқали топилади:

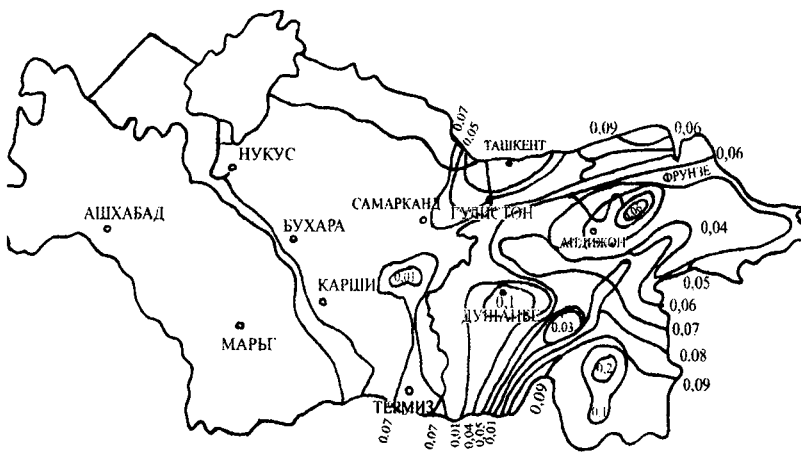
$$Q_{max}^{қор} = \frac{MF}{\sqrt[4]{F+1}}\delta_1\delta_2 \qquad (9.15)$$

бу ерда: M - оқимнинг максимал модули, харита орқали аниқланади (9.8-расм).

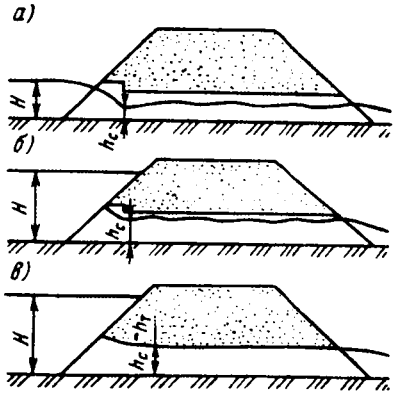
9.4. Қувурларнинг тешигини ҳисоблаш

Қувурнинг чўктирилиш чуқурлиги ва кириш қисмининг турига қараб қувурларда қўйидаги оқиш режимлари белгиланиши мумкин:

босимсиз режим: бунда кириш қисмидаги сув сиртининг кўтарилиши қувур баландлигидан кам ёки ундан кўпи билан 20% баланд; қувурнинг бутун узунлигида сув оқими эркин сиртга эга бўлади (9.9 - расм, а).

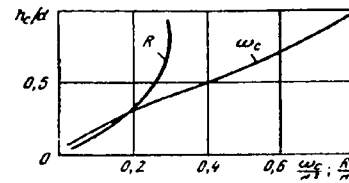


9.8-расм. Қор сувларининг оқим модули харитаси.



9.9-расм. Қувурларнинг иш режимлари:
а - босимсиз; б - ярим босимли;
в- босимли.

9.10-расм. Доиравий қувур-ларни ҳисоблаш учун ёрдамчи графиклар.



ярим босимли режим: бу режим одатдаги қувурларнинг (порталли, қисқа қувурли) кириш қисми каллагида сувнинг эгри кўтарилиши қувур баландлигидан 20% га юқори бўлган ҳолларда юз беради; қувур кириш қисми тўла кесим бўйича ишлайди, қолган бутун узунлигида оқим эркин сиртга эга бўлади (9.9 - расм, б);

босимли режим: бу режим суйри шаклидаги махсус кириш қисми каллаги бўлганида ва қувурнинг юқориги қисми киришда 20% дан ортиқ кўмилганда содир бўлади (9.9 - расм, в). Қувур узунлигининг катта қисмида тўла кесими билан ишлайди ва фақат чиқишда оқим қувур шипидан узилиши мумкин.

Қувурга кириш жойи чуқур кўмилганида босимли режим қувур каллагининг одатдаги турларида хам даврий равишда юзага келиши мумкин. Бироқ кириш тешиги олдида ҳосил бўлган воронка орқали хаво ёриб кирганлигидан сув бу ҳолда ярим босимли режимда оқади.

Иншоотга сувнинг оқиб келиши унча юқори бўлмаган аниқликда аниқланмаслиги сабабли иншоотларнинг тешикларини ҳисоблашда соддалаштирилган ҳисоблашлар билан чекланиш мумкин. Қувурларнинг ўтказиш қобилятини тақрибий хисоблаш формулалари сувнинг қувурларда оқишининг уч режимига мос келади:

а) босимсиз режим (ўхшаши-кенг остонали сув ташлагич)

$$Q_c = \varphi_б \omega_c \sqrt{2_д (H - h_c)}\,, \qquad (9.16)$$

бу ерда Q_c - иншоотдан ўтадиган сув сарфи; ω_c - қувурларнинг сиқиқ кесимининг юзи; қувур чуқурлиги h_c=0,5H бўлганда ҳисоблаб чиқилади; $\varphi_б$ - тезлик коэффициенти.

Сиқиқ кесимда чуқурлик критик чуқурликдан камлигини ва тахминан h_c=0,9 $h_к$ га тенглигини билган холда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\vartheta_c = \vartheta_к / 0{,}9; h_c = 0{,}9\vartheta_к^2 / g = 0{,}73\vartheta_c^2 / g$$

H ва h_c чуқурликлар орасидаги, қуйидаги формула билан ифодаланадиган боғланишни билган ҳолда:

$$H = h_c + \frac{\vartheta_c^2}{2g\varphi_o^2} = 2h_C \qquad (9.17)$$

одатдаги $\varphi_δ$=0,82-0,85 да (босимли режимда сув оқишини таъминлайдиган суйри қувур каллагидан бошқа ҳамма қувур каллаги учун) қуйидагини оламиз:

$$H = h_c + \frac{\vartheta_c^2}{2g\varphi_δ^2} \approx 2h_c \qquad (9.18)$$

у ҳолда

$$Q_c = \varphi_δ \omega_c \sqrt{gH} \qquad (9.19)$$

Тўғри туртбурчак кесимлар учун $\omega_c = 0.5bH$

$$Q_c = 0{,}5\varphi_б \sqrt{g} bH^{3/2} = MbH^{3/2} \qquad (9.20)$$

ёки

$$Q_c = 1.35bH^{3/2} \qquad (9.21)$$

бу эса сув ташлагичнинг сарф коэффициентига мос келади.

Кўндаланг доиравий кесимлар учун ω_c юзани график ёрдамида (9.10 - расм) аниқлаш мумкин, унда $\omega_c / d^2 = f(h_c, d)$ ва $R/d = f(h_c, d)$ катталиклар берилган.

(9.20) ва (9.21) формулалардан кичик кўприкларнинг тешигини ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин (қуйида айтилади).

б) ярим босимли режим (ўхшаши-сувнинг шит остидан оқиши каби):

$$Q_c = \varphi_n \varepsilon \omega_\tau \sqrt{2g(H - h_c)} \qquad (9.22)$$

бу ерда h_c=0,6h_τ; h_τ - қувурга кириш баландлиги.

$\varphi_п$=0,85 ва ε=0,6 бўлган одатдаги қийматларда

$$Q_c = 0{,}5\omega_\tau \sqrt{2g(H - 0.6h_\tau)} \qquad (9.23)$$

Тўғри тўртбурчак ва доиравий кесимлар учун кириш қисмининг тўла кесим юзаси ω_τ осон ҳисоблаб чиқарилади;

в) босимли режим (ўхшаши-қувурлардан сувнинг оқиб чиқиши каби).

$$Q_c = \varphi_п \omega_{то} \sqrt{2g\left[\left(H - h_{то}\right) - l\left(i_w - i\right)\right]} \qquad (9.24)$$

бу ерда $\omega_{то}$, $h_{то}$ - қувур асосий узунлигининг кесим юзи ва баландлиги; $\varphi_н$ - тезлик коэффициенти; $\vartheta_н$=0,95 - суйри қувурнинг каллаги учун; L, i - қувурнинг узунлиги ва қиялиги; i_w - ишқаланиш қиялиги.

Ярим босимли ва босимли режим қарор топиши учун қувурнинг қиялиги i ишқаланиш қиялиги i_w билан маълум нисбатда бўлиши керак, шунда сув сарфи Q_C кувурнинг кўндаланг кесимини бутунлай тўлдириб, аммо юқориги нуқтада атмосфера босимидан ошмасдан оқади.

Қувурнинг кириш қисми сувга тўлган ва қувурнинг нишаблиги i>i_w (бу ерда $i_w = Q_c^2 / K_o^2$) бўлганида қувурнинг кириш қисмидаги

сиқилган кесимда ярим босимли режим ва атмосфера босими қарор топади.

Бутунлай тўлган қувурнинг сарф тавсилоти $K_o = \omega c\sqrt{R}$ унинг шаклига қараб хисобланади; доиравий кесимли қувурлар учун $K_o=24d^{8/3}$

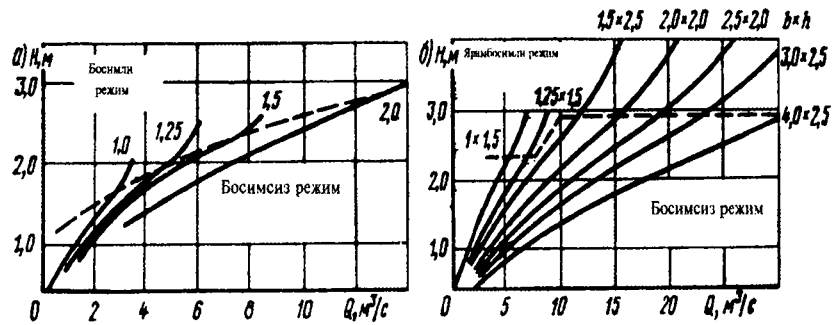
Кўндаланг кесимнинг тўлмай қолишини бундай текшириш босимсиз қувурлар учун ҳам (иншоотга кириши кўмилмаган) мажбурийдир, улар баландлигига нисбатан одатда узун бўлади.

Босимли режим ва қувурнинг чиқиш жойи кўмилмаганида бутун узунлиги бўйича тўла кесими билан ишлаши $i \le i_w$ бўлганда кафолатланади. Агар бунда $i < i_w$ бўлса, у ҳолда босимли қувур олдида сувнинг чуқурлиги (9.24) формулага асосан қуйидагини ташкил этади:

$$H = h_{TO} + \frac{Q_c^2}{2g\varphi_H^2\omega_{TO}^2} + l(i_w - i)$$

$i=i_w$ бўлганида босимли режимдан ярим босимли режимга ўтиш юз беради. $i<i_w$ бўлганида босимли режим тўхтайди. Кейинги ҳолда сувнинг кувур олдидаги босими (9.22) формула билан аниқланади.

Сув оқимининг турли режимларида кувурнинг ўтказиш қобилятини ҳисоблаш формулалари асосида намунавий қувурларнинг (қувурлар фақат намунавий қилиб қурилади) ўтказиш қобилияти



9.11 - расм. Намунавий қувурларнинг ўтказиш қобилиятининг графиклари: а- доиравий қувурларники; б - тўғри тўртбурчакликларники / эгри чизиқликлардаги рақамлар - қувурларнинг тешиклари, м/.

жадваллари ёки графиклари тузилади. Бундай жадваллар ёки графиклар намунавий лойиҳаларда, шу жумладан курилишда кенг қўлланилаётган бирхиллаштирлган қувурлар учун ҳам келтирилади (9.11 - расм).

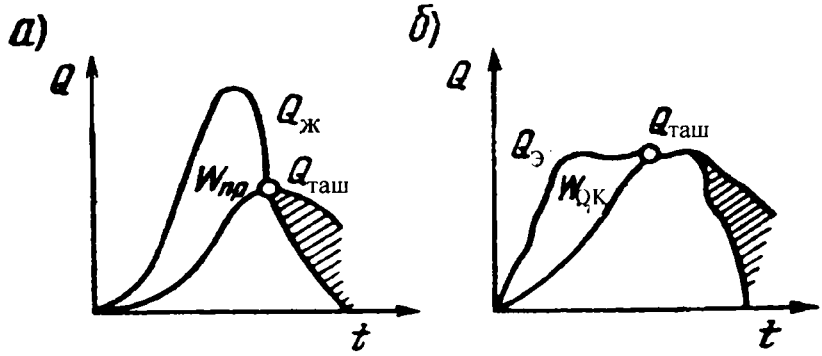
9.5 Сув ўтказувчи кичик иншоотлар олдида жала сувларининг тўпланишини ҳисобга олиш

Қувурларнинг тешигини белгилашда иншоот олдидаги ҳавзада жала сувлари тўпланишини ҳисобга олиш зарур. Бунда олдиндан ҳисобий сарфнинг пасайиш даражасини айтиш мумкин эмас, чунки иншоот олдида сувнинг чуқурлиги (ҳовзанинг чуқурлиги) ҳали маълум бўлмайди. Бу хисоблашни қийинлаштиради ва уни ё кетма-кет яқинлашиш йўли билан ёхуд қуйида баён этилган графоаналитик усул билан бажариш мумкин.

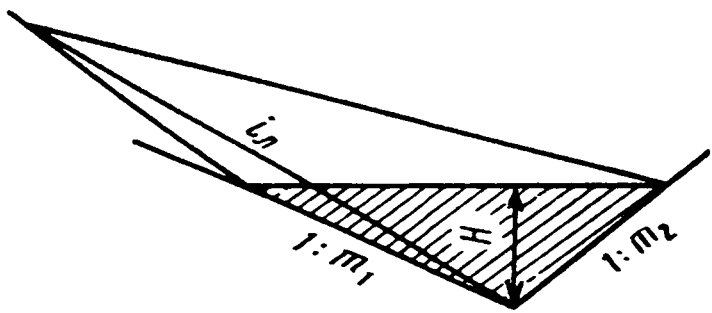
Кичик сунъий иншоотлар деярли хамма вақт оқимни кучли сиқади ва унинг табиий холда оқиш режимини ўзгартиради. Иншоот олдида жала сувининг бир қисми вақтинча тўпланиши натижасида оқимнинг гидрографи вақт бўйича анча чўзилган сув ташлаш гидрографига айланади, бу эса иншоотдаги жала сувлари сарфи $Q_{таш}$ нинг ҳавзадан секундига оқиб келадиган сувнинг энг кўп миқдори $Q_ж$ га нисбатан камайишига олиб келади (9.12 - расм, а). Оқимнинг умумий хажми W да тўпланиб қолган сув ҳажми $W_{оқ}$ оқим гидрографига, иншоотнинг тешигига ва вақтинчалик сув ҳавзаси ҳосил бўлган жой участкасининг рельефига боғлиқ.

Иншоот тешигидаги сув сарфи кириш нови устидаги сувнинг кўтарилиш баландлигига боғлиқ. Қиялиги катта, тор сойларда бу сувнинг кўтарилиши ҳатто жала сувлари оққанида, одатда, тешикдаги сув сарфининг энг катта секундлик оқимига тенг бўлишини амалда таъминлайдиган ўлчамларга етади. Бундай ҳолларда иншоот тешигини аниқлашда ҳисобий сарф сифатида берилган эҳтимолий ошишдаги энг кўп сув сарфини қабул қилиш мумкин. Шунингдек, сув тўпланишини ҳисобга олмасдан, кичик иншоотларни эриган қор

сувларининг вақт бўйича чўзилган оқимларини ўтказишга ҳисоблаш лозим (9.12 - расм, б).



9.12 - расм. Иншоотга оқиб келаётган сув оқими гидрографини ташлама сарфлар гидрографига ўзгартириш:
а - жала оқими; б - қор сувлари оқими.



9.13-расм. Ҳовуз ҳажмини аниқлашга оид схема.

Ўпирилган ёки қиялиги кам сойларда иншоот олдида сув кўтарилганда анча катта майдондаги жойларни сув босиши ва йўл олдида катта ҳажмдаги жала сувлари тўпланиши мумкин. Тўпланган сув жала сувларининг анча катта қисмини ташкил этади. Иншоот олдида сувнинг кўтарилиши секин ўсади ва одатда ташланадиган сувнинг энг катта секундлик тошқин келиш вақтидаги оқимига

тенглигини таъминлай олмайди. Иншоот тешигида сув сарфи ҳавзанинг ҳисобий сарфидан кўп марта кам бўлади. Бундай ҳолларда жала суви оқимини ўтқазиш учун иншоот тешигининг катталигини аниқлашда сувнинг тўпланиши ҳисобга олиниши зарур.

Айтилганлардан шу нарса келиб чиқадики, сув тўпланишини билмасдан туриб, иншоот учун оқимнинг қайси тури хавфли эканлигини билиб бўлмайди. Чунончи, эриган қор-муз сувларнинг энг катта оқими жала сувлари оқимидан кам, яъни $Q_Э<Q_Ж$ бўлса, қор муз сувлари оқими хавфли чиқиб қолиши мумкин. Шу сабабдан турлича хосил бўлган энг катта сарфлар аниқлангандан кейин иншоот тешигини $Q_{таш}=Q_Э$ бўлганида қор-муз сувларини ва сув тўпланишини ҳисобга олган ҳолда, яъни $Q_{таш}<Q_Ж$ да жала сувларини ўтқазиши хисобланиши керак. Ҳисоблаб топилган иккита тешигидан каттаси кейинги лойиҳалашлар учун қабул қилиниши керак.

Оқим гидрографининг ташлама сув сарфлари эгри чизиғидан юқорида жойлашган майдонининг бир қисми (9.12 расм; а га қ.) иншоот олдида тўпланадиган сув ҳажмини ифодалайди. Тўпланган сув ҳажми билан ҳавзадан оқиб келадиган умумий сув ҳажми ўртасидаги нисбатан оқимнинг ўзгариш даражасини аниқлайди ва иншоот олдида жарлик ҳажмининг ростлаш қобиляти кўрсатқичи бўлиб хизмат қилиш мумкин.

$W^{ок}=f(H)$ боғлиқлик иншоот олдидаги жой горизонталларида план бўйича қурилган эгри чизиқ билан ифодаланиши мумкин. Ҳавзанинг нишабликлари бир ҳил қияликка эга ва уларни жарлик чизиғи бўйича кесишуви икки текислик тарзида соддалаштириб тасвирлаш мумкин, деб қаралса, бу боғликни аналитик тарзда қуйидагича ифодалаш мумкин (9.13 расм):

$$W_{ок}=\frac{m_1+m_2}{6i_c}H^3=aH^3 \qquad (9.25)$$

Бу ерда m_1, m_2,i_C - сой ёнбағрининг тиклиги ва унинг қиялиги.

Оқиб келувчи ва ташланувчи сув сарфларининг гидрографлари учбурчак шаклида қабул қилинса, Д.И. Кочерин бўйича қуйидаги ифодани оламиз (9.12 расмга қ.):

$$Q_C = Q_Ж\left(1 - \frac{W_{ок}}{W}\right) = Q_Ж\left(1 - \frac{aH^3}{W}\right) \qquad (9.26)$$

Сарфлар жадвалларидан фойдаланишда сув тўпланишини фақат танлаш йўли билан ҳисобга олиш мумкин. Графиклардан фойдаланишда ҳисоблашларни О.А. Рассказовнинг графоаналитик усулида бажарилиши мумкин (9.11 - расмга қ.). Бу усулнинг моҳияти шундаки, график янги координаталар системаси (Q_c ва H^3) да қайта қурилади, бунда (9.26) тенглама тўғри чизиқ билан ифодаланади (9.14 - расм). Сув тўпланишини ифодаловчи тўғри чизиқни қуриш учун координатлари $Q_Ж$ (Q_c ўқида) ва W/a бўлган (H^3 ўқида) нуқталарни чизғич ёрдамида бирлаштириш кифоя. Сув тўпланиши тўғри чизиғининг ўтказиш қобилияти эгри чизиқлари билан кесишиш нуқталари изланаётган ечимни бевосита танловсиз топишга имкон беради. Ҳар қайси кесишиш ташланма нуқтасига сув сарфи Q_c ва босим Н нинг маълум қиймати мос келади.

Оқим ҳажмлари баланси ва вақт оралиқлари бўйича сувнинг оқиб келиш ва оқизиб юборилиш гидрографларини ЭҲМ лар ёрдамида қуриб, А.А. Курганович (9.26) тенгламага кўра анча аниқроқ ечимни олди.

ЭҲМ да хисоблаш натижалари 9.7 - жадвалда келтирилган. Ҳисоблаш бевосита қуйидаги тенглама билан бажарилади

$$Q_c = \lambda_p Q_Ж, \qquad (9.27)$$

бу ерда λ_p - ўзгариш коэффициенти, бироқ у (9.26) формуладагига қараганда мураккаб функция билан ифодаланади.

9.7 - жадвал ва (9.27) формуладан ҳисоблашларда қуйидаги тарзда фойдаланиш мумкин: иншоот олдидаги чегаравий босим (сув чуқурлиги) Н га қиймат берилади, сўнгра хавзанинг ҳажми $W_{ок}$ ҳисоблаб чиқарилади ва оқим ҳажми W ни билган ҳолда, 9.7 - жадвалдан λ_p нинг қиймати топилади. Бундай ҳисоблаш кўприкларнинг тешигини ҳисоблашда қулай (9.6. параграфга қ.). Қувурларнинг тешигини бу тартибда ҳисоблаш жуда қийин, чунки ташланадиган сув сарфини билмай туриб, сувнинг чуқурлиги Н га қиймат беришнинг иложи бўлмайди.

А.А. Кургановичнинг ЭҲМ да бажарган (9.7 - жадвалга қ.) ҳисоблашлари натижаларига асосланиб, қувурларнинг тешигини белгилашда сув тўпланишининг ҳисобга олинишини аниқлаштириш мумкин. Бу ҳисоблашлар шуни кўрсатадики ташландиқ сув сарфлари чизиғининг ҳақиқий (эгри чизиқли) шакли Д.И. Кочериннинг тўғри чизиғига қараганда хисобий сарфнинг кўп пасайишига олиб келади. Бунда Д.И. Кочериннинг тўғри чизиғи графикда О.В. Андреевнинг иккита тўғри чизиқ кесмаси билан алмаштирилган (9.15 - расм), булардан бири кўприклар ва қувурларни лойиҳалаш қоидаларида рухсат берилган ташланма сув сарфи пасаядиган бутун зонани қамраб олади, бу қоидаларга кўра (СНиП 2.05.03-84) иншоотла сув сарфининг 3 мартадан кўп камайишига йўл қўйилмайди.

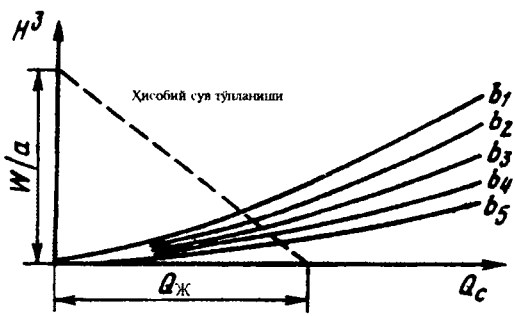
Икки тўғри чизиқ кесмаси қуйидаги тенгламалар билан ифодаланади: $\lambda_р$=1,0 дан 0,33 гача бўлган зона учун

$$Q_c = Q_ж\left(1 - \frac{W_{ок}}{0{,}7W}\right) \qquad (9.28)$$

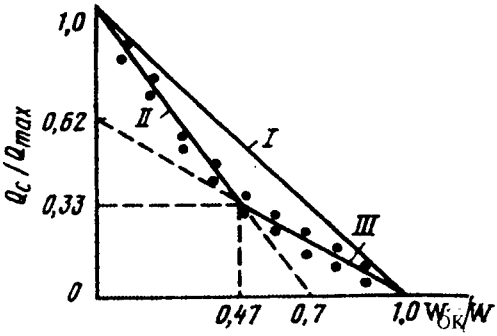
фойдаланилмаган $\lambda_р$<0,33 зона учун

$$Q_c = 0{,}62Q_ж\left(1 - \frac{W_{ок}}{W}\right) \qquad (9.29)$$

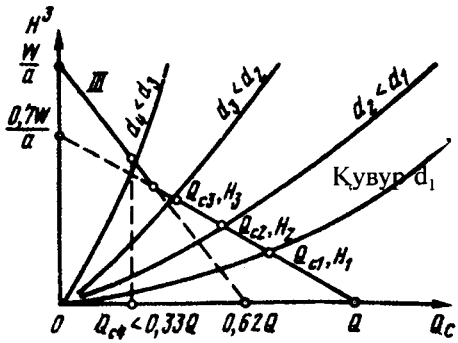
Қуришнинг бу тенгламаларидан фойдаланишда сув тўпланиш тўғри чизиғи 9.14 - расмдаги графикда келтирилган синиқ чизиқларни қуриш билан алмаштирилади. Сув тўпланишини ҳисобга олиш самараси бунда (9.26) формуладан фойдаланиб ҳисобга олишга қараганда анча катта бўлади.



9.14-расм. Жала сувларининг тўпланишини ҳисобга олган ҳолда қувур тешигини ҳисоблашга оид схема.



9.15-расм. Ўзгартириш коэффициентлари эгри чизиқлари:
I- Д.И.Кочерин бўйича; II, III - О.В.Андреев бўйича.



9.16-расм. Жала сувларининг тўпланишини ҳисобга олган ҳолда қувур тешикларини аниқлаштириб ҳисоблашга оид схема.

9.7 - жадвал

$W_{ок}/W$	$\lambda_р=Q_с/Q_ж$		$W_{ок}/W$	$\lambda_р=Q_с/Q_ж$	
	F≤10км^2	F>10км^2		F≤10км^2	F>10км^2
1	2	3	4	5	6
0	1,0	1,0	0,50	0,30	0,35
0.05	0,97	0,97	0,55	0,26	0,31
0,10	0,90	0,90	0,60	0,23	0,27
0,15	0,82	0,82	0,65	0,20	0,24
0,20	0,73	0,73	0,70	0,17	0,21
0,25	0,62	0,62	0,75	0,14	0,18
0,30	0,53	0,55	0,80	0,12	0,15
0,35	0,49	0,50	0,85	0,10	0,12
0,40	0,45	0,45	0,90	0,08	0,09
0,45	0,35	0,40	0,05	0,04	0,05

9.6. Кичик кўприкларнинг туйнукларини ҳисоблаш ва иншоотларнинг баландлиги аниқлаш

Кичик кўприкларнинг туйнукларини ҳисоблашни (9.17 - расм) одатда эркин оқим схемаси бўйича, (9.21) формуладан фойдаланиб бажариш керак, бу формула осонлик билан қуйидаги кўринишга келтирилади:

$$b = \frac{Q_c}{1{,}35H^{3/2}} \qquad (9.30)$$

$H=2h_c=1{,}45\vartheta_c^2/d$ эканлигини билган ҳолда ҳисоблашнинг қуйидаги кетма-кетлиги қабул этилади:

кўприк остидаги ўзаннинг мақбул махкамланиш тури бўйича, 8.4 - жадвалда фойдаланиб, тезлик ϑ_c га қиймат берилади;

босим H ҳисоблаб чиқарилади;

ховузнинг ҳажми ҳисоблаб чиқарилади:

$$W_{ок}=aH^3;$$

9.7 - жадвалдан λ_p коэффициент топилади.

Бу ҳолда кўтарма олдида сув тўпланишини ҳисобга олиб, қуйидагини ёзамиз: $Q_c = \lambda_p Q_ж$ ёки $Q_c = Q_T$

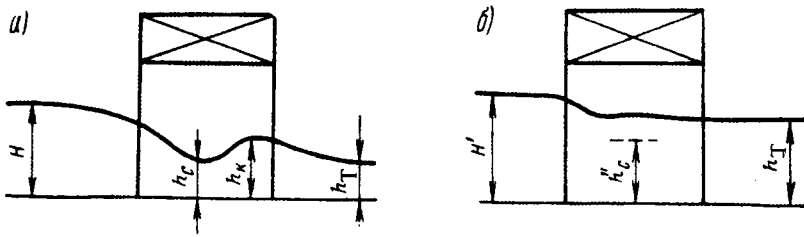
Туйнуги b_o бўлган кўприкнинг намунавий лойиҳасини амалга ошириш учун қабул қилиб, босимни қайта ҳисоблаш керак.

$$H = \left(\frac{Q_c}{b_o M}\right)^{2/3} = \left(\frac{Q_c}{1.35b_o}\right)^{2/3} \qquad (9.31)$$

Тезлик ϑ_C га қиймат бера туриб, шуни назарда тутиш керакки, бу тезлик h_C чуқурлик зонасида жуда қисқа узунликда кузатилади, шу сабабли жадвал тезликларини (8.4 - жадвалга қ.) тахминан 10% га ошириш мумкин.

Сувни четлатувчи ўзанда сув оқими жуда чуқур бўлганида кўприкнинг туйнуги ноэркин оқим бўйича ҳисобланади, бундай оқим сиқиқ кесимда юзага келиши мумкин бўлган сакраш табиий сатх билан батамом кўмилганидан кейин, яъни табиий чуқурлик қуйидагича бўлади деган шарт бажарилганида юзага келади

$$h_T \geq 1{,}3h_к = 1.45h_c = 0.73H^I \qquad (9.32)$$



9.17-расм. Кичик кўприк остидан сувнинг оқиб ўтиш схемаси:
а - эркин оқиб ўтиш; б - ноэркин оқиб ўтиш.

бу ерда hc=0,9 ва H^I қуйидаги формула билан ҳисобланади

$$H^I = 1.45\vartheta_c^2 / g \qquad (9.33)$$

Ноэркин оқишда кўприкнинг зарур тешиги

$$b = Q_{ТШ} / h_T \vartheta_c \qquad (9.34)$$

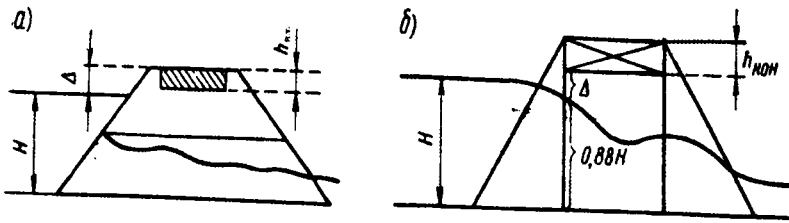
бу ерда h_T - сарф $Q_c \langle Q_ж$ бўлганида текис ҳаракат тенгламаси бўйича аниқланган табиий чуқурлик.

Ташланма сув сарфи $Q_{таш}$ (9.28) формула билан ҳисобланади ва кутиладиган сув чукурлиги бўйича ховузнинг ҳажми ҳисоблаб чиқарилади

$$H^I = h_T + \frac{\vartheta_c^2}{2g\varphi_б^2} \qquad (9.35)$$

Қувурлар ёнида кўтарма белгиси ярим босимли ва босим режимларда сувнинг тўпланиб кўтарилган сатҳидан камида 1м, босимсиз режимда эса 0,5 м юқорида белгиланади. Қувур тепасида кўтарма белгиси камида йўл тўшамасининг қалинлиги қадар юқори бўлиши зарур.

Бу иншоот олдида сув узоқ вақт туриб қолганида қувур устига зарур миқдорда грунт тўкишни ва йўл тўшамасининг сув билан кўмилмаслигини таъминлайди (9.18- расм).



9.18-расм. Сув ўтказувчи иншоотлар ёнида кўтарманинг баландлигини (а) ва кичик кўприкнинг баландлигини (б) аниқлаш схемаси.

Кўприкнинг баландлиги

$$H_к = 0.88H + \Delta + h_{кон}, \qquad (9.36)$$

бу ерда 0,88 - оқим кўприк остига кирганида сув сатхининг бироз пасайишини ҳисобга олувчи коэффициент; Δ=0,50 м - сув сатҳи устидан кўприк равоғи (пролётное строение) пастининг баландлиги; шох-шабба оқизилганида Δ=1,0 м; h кон - кўприк равоғининг контруктив баландлиги.

Кўприк яқинида кўтарманинг қирғоғи ҳам тўпланган сув сатҳидан камида йўл тўшамаси қалинлиги қадар кўтарилган бўлиши керак.

Кўприкнинг усти бўйича узунлиги конус ён бағрининг тиклиги ва кўприк устининг нов тубидан баландлигига қараб белгиланади. Бунда шуни ҳисобга олиш керакки, кўприкнинг (9.30) формула билан ҳисобланган зарур туйнуги оқимнинг эркин сирти бўйича, ноэркин оқишда эса ўрта чизиқ бўйича (яъни 0,5 $h_Г$ чуқурликда) ҳисобланади.

9.7. Кичик кўприклар ва қувурлар орқасида ўзанларнинг ювилишларини ва мустаҳкамлашини ҳисоблаш

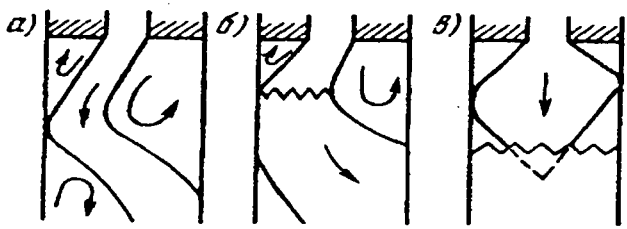
Кичик сунъий иншоотлардан фойдаланиш шуни кўрсатадики, кўпгина ҳолларда уларнинг шикастланиши сув оқимининг таъсирига боғлиқ ва уларнинг ювилиши одатда чиқиш участкаларида бошланади. Тезлик иншоотдан чиқишда 5-6 м/с га етади, холбуки

сувни четлатувчи ўзанларнинг грунти учун рухсат этиладиган тезлик атиги 0,7-1,0 м/с ни ташкил этади.

Оқиб чиқаётган сув оқими кўпинча тўлқинли холатда ва катта кинетик энергияга эга бўлади, у иншоот ортида ўзанларнинг ювилишига сабаб бўлади. Кўпгина ҳолларда сув ўтказиш иншоотлари ортидаги пастки рельеф ўзанининг эни (кенглиги) сув ўтказиш иншооти туйнугининг кенглигидан катта бўлади. Оқимнинг жуда кенг қуйи бъефда фазовий ҳаракати характери ундаги сувнинг чуқурлигига ва иншоотдан чиқаётган оқимнинг кўрсаткичларига боғлиқ.

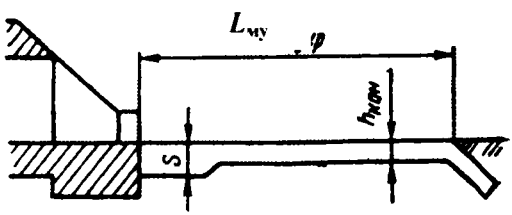
Сув четлатувчи мустаҳкамланган ўзанда оқимнинг табиий чуқурлигига қараб, ўтқазувчи иншоотдан чиқувчи оқимнинг кенг қуйи бъефдаги ($B_{ўзан} > 8b_{инш}$) табиий оқим билан туташувининг уч тури мавжуд.

1.Кўмилган оқимча кўринишидаги туташув. Туташувнинг бу кўриниши иншоотдан оқиб чиқаётган оқимча бутунлай кўмилганда юз беради (9.19 - расм, а). Қуйи бъефда оқимчаларнинг сув массасига оқиб тарқалиши содир бўлади; бунда оқиш тезлигининг оқим бўйлаб аста-секин камайиши кузатилади.



9.19 - расм. Иншоот ортидаги ўзанда оқимларнинг қўшилуви.

2.Адашган оқим кўринишидаги туташув. Туташувнинг бу кўриниши қуйи бъефнинг чуқурлиги иншоотдан чиқишдаги чуқурлик билан туташган чуқурликдан бирмунча кам бўлганида кузатилади. Адашиб оқишда бир қанча хавфли хусусиятлар бор (9.19 - расм, б).



9.20-расм. Сув ўтказувчи иншоот ортида мустаҳкамлаш ишлари бўйлама қирқимининг схемаси.

Иншоотдан қуйи бъефга чиқаётган оқим аввалига атрофга тарқалмасдан оқади. Оқим ён томонларидан гирдобли зоналар билан чегараланади, булар хатто тўғри оқаётган сувни (транзит оқимни) сиқиши мумкин. Қуйи бъефнинг чуқурлиги иншоотдан чиқишдаги чуқурлик билан туташган чуқурликача пасайганида оқимнинг бир томонга оқиши содир бўлади ва бъефларнинг туташуви фазовий гидравлик сакраш шаклида амалга ошади, оқимнинг динамик ўқи эса қийшаяди. Бунда транзит оқим катта тезликда узаннинг ён деворчаларига оқиб чиқади. Транзит оқимда тезликларнинг пасайиши ва уларнинг ўзан кесими бўйича бараварлашуви жуда секинлик билан кечади.

Бунинг натижасида сув четлатувчи ўзаннинг тубинигина эмас, ҳатто анча қисмида деворларини ҳам мустаҳкамлаш талаб этилади.

3.Тўлқинли (шиддатли) оқимнинг эркин тарқалиб оқиши кўринишидаги туташув. Шиддатли оқимнинг жуда кенг қуйи бъефларда тарқалиб оқиши қуйидаги хусусиятлари билан тавсифланади. Туйнукдан чиқаётган оқим сув четлатувчи ўзанга тушади, ўзаннинг чуқурлиги иншоотдан чиқишдаги чуқурликдан кам бўлади. Оғирлик кучи таъсирида оқимнинг (қирғоқлар томон) тарқалиб оқиши содир бўлади. Бундай тарқалиб оқиш шиддат билан тарқалиб оқаётган оқимнинг чуқурлиги табиий чуқурлик билан туташган чуқурликка тенглашгунча давом этади. Туташган чуқурлик деганда гидравлик тенгламалари билан боғланган чуқурликларга айтилади. Бунинг натижасида шиддатли оқимнинг табиий оқим билан ва қуйи бъефдаги сув массалари билан қийшиқ гидравлик сакрашлар воситасида туташган тарқалиб оқиш соҳаси планда баргсимон шаклни олади (9.19 - расм, в).

Шиддатли оқимнинг қуйи бъефларда тарқалиб оқиши қуйидаги хусусиятлари билан ифодаланади. Иншоотдан чиқаётган оқим атрофга тарқалиб оқади ва гирдоб зоналари билан ўраб олинади. Оқимнинг четки оқимчалари сув четлатувчи ўзаннинг ён деворларига урилиш жойларида, яъни тўла тарқалиб оқиш кесимига оқиб чиққанида чуқурликнинг тўсатдан ортиши ва қийшиқ гидравлик

сакрашлар ҳосил бўлишига олиб келади. Бу қийшиқ гидравлик сакрашлар оқим бўйлаб пастга тарқалади. Агар табиий оқим тинч ҳолатда бўлса, сув четлатувчи ўзанда одатдаги гидравлик сакраш кузатилади. Табиий чуқурлик ортиши билан тўғри гидравлик сакраш тўла тарқалиб оқиш кесимида ўзининг чегаравий вазиятига яқинроқ силжийди. Агар қуйи рельефнинг чуқурлиги тўғри гидравлик сакраш тўла тарқалиб оқиш кесимида жойлашадиган чуқурликдан катта бўлса, у холда гирдоб зоналаридан бирида сув массаларининг узилиши содир бўлади ва адашиб оқишга ўтилади.

Иншоот чиқиш участкаларини ювилишдан сақлаш учун сойни маълум узунликда химоялаш керак. Ювилишдан ҳимоя қилиш учун мустаҳкамлагичларнинг тури ва ўлчамларини тўғри танлаш керак, ўлчамлар мустаҳкамланган участкасининг турғунлиги учун хам, иншоотнинг ўзи учун ҳам хавфсиз бўлган ювилишга йўл қўйиш шартидан келиб чиқиб белгиланади.

Мустаҳкамлагич турини қувурдан чиқишдаги тезлик бўйича белгилаш фақат оқимлар учун тўғри келади (биринчи тур туташув).

Шиддатли оқимлар ёйилиб оққанида тезликлар чиқиш вақтидагига қараганда анча катта бўлади; тезлик тахминан 1,5 марта ортади.

Иншоотдан чиқишда тезликлар жуда кичик бўлганида ва ўзаннинг ҳамда иншоотнинг ўзини турғунлигини буза олмайдиган даражада бўлган камдан-кам ҳолдагина чиқиш участкалари мустаҳкамланмайди.

Сув ўтказувчи кичик иншоотларда ҳимоялаш воситаларини қуришни лойиҳалаш тажрибалари шуни кўрсатдики, ўзидан кейин ювилиш содир бўлмайдиган сув четлатиш ўзанлари учун жуда узун мустаҳкамлагичлар қуриш мақсадга мувофиқ эмас экан. Ёнбағирларни сақлайдиган қисқа мустаҳкамлагичлар қуриш анча тежамлидир,уларнинг устидаги мустаҳкамлагичлар ва иншоотлар учун хавфсиз бўлган ювилиш чуқурликлари жойлашади (9.20 - расм). Бунда ёнбағир туби чуқур тубидан пастроқда ётқизилган бўлиши керак. Ёнбағирни асрайдиган қияликни чуқурлиги оқимнинг гидравлик тавсилотларига ҳам, мустаҳкамлаш узунлигига ҳам боғлиқ. Энг кўп

Ҳаракат жаддаллиги ортиши билан йўлда харакатланиш шароитлари ҳам жуда ўзгариб кетади. Йўлдан ўтишнинг қулайлик даражаси, автомобилни бошқариш енгиллиги, автомобил транспортидан фойдаланиш самарадорлиги ва ёнилғи сарфига йўлларни ҳаракат билан банд қилиш даражаси бевосита таъсир қилади. Йўлларни автомобиллар билан банд қилиш даражасига қараб транспорт оқимларининг бир нечта ўзига хос режимлари бир-биридан фарқ қилинади:

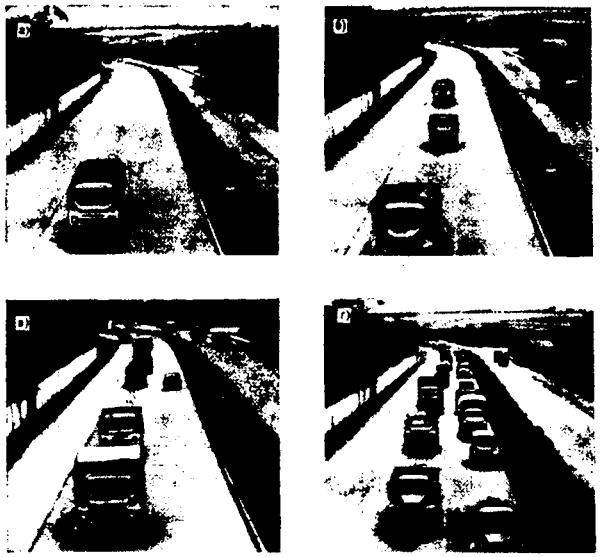
эркин оқим (ҳаракатланишнинг қулайлик даражаси А)-йўлда бир-биридан ўзаро ҳаракатланиш шароитига таъсир кўрсатмайдиган масофада ҳаракатланаётган якка автомобиллар (6.1 - расм, а). Йўлда юриш ҳайдовчилар ва йўловчилар учун толиқарли эмас. Йўлнинг айрим элементларига қўйиладиган талабларни асослашда аввал ана шу ҳолдан келиб чиқилган;

қисман боғлиқ оқим (ҳаракатланишнинг қўлайлик даражаси Б) - бир нечта автомобиллардан иборат гуруҳларнинг ҳаракат оқимидан иборат бўлиб, бу автомобиллар ўзаро динамик сифатлари бўйича фарқ қилади ва бир-биридан яқин масофада юради (6.1 - расм, б). Одатда бунга сабаб шуки, олдинда анча секин юриб кетаётган автомобил кетинда келаётганларни тутиб туради. Уларнинг ҳайдовчилари секин юришга мажбур бўладилар, улар ўзиб ўтиш учун қулай пайтни пойлаб ёндош полосага чиқиш орқали ўзиб ўтадилар ва олдинда кетаётган гуруҳга етиб олгунича якка автомобил режимида ҳаракатни давом эттирадилар. Оқимнинг ўртача тезлиги пасаяди, автомобилни бошқариш мураккаблашади. Агар бир-бирига нисбатан яқин масофада бир хил тезликда ҳаракатланиш бир жойга борадиган ҳайдовчилар гуруҳига буюрилган бўлса, бу ташкилий колонна ҳаракатига мос келади;

боғланган оқим (ҳаракатланишнинг қулайлик даражаси В) – катта гуруҳ автомобилларнинг ҳаракати оқимидан иборат (6.1. расм, в). Ҳамма автомобиллар ўзаро таъсир кўрсатишади ва якка автомобилни ёки автомобиллар тўпини ўзиб ўтганидан кейин автомобилнинг тезлиги яна унинг олдида кетаётган автомобилнинг тезлигига боғлиқ бўлади. Ҳаракат интенсивлиги қанча катта бўлса, ўзиб ўтишлар ҳам шунча катта қийинчилик ва хавф билан амалда оширилади, ҳайдовчилардан юқори эътиборлик талаб этилади;

зич ёки тўпланган оқим (ҳаракатланишнинг қулайлик даражаси Г) - автомобиллар бир-бирининг кетидан юради (6.1 - расм, г). Ўзиб ўтиш амалда мумкин бўлмайди. Ҳаракатланиш тезлиги кескин

пасаяди. Йўл шароитлари ёмонлашган жойларда тирбандлик вужудга келиши мумкин.



6.1-расм. Транспорт оқимининг оз-кўплигига қараб йўлда ҳаракатланиш.

Автомобилларнинг ҳаракатланиш шароитлари кўрсатиб ўтилган ҳар қайси режимлар учун турлича бўлганлиги сабабли улар транспорт оқимлари назариясининг турли қонуниятлари билан тавсифланади.

Бунда харакатланиш интенсивлиги турли кунларда ва сутканинг турли соатларида ўзгариб турганлиги сабабли йўлнинг айнан бир участкасида ҳаракатланиш режимлари ўзгаради.

6.2. Автомобиллар оқими ҳаракатланиш режимларининг тавсифлари

Автомобил оқимларининг йўл бўйлаб ҳаракатланиши ўзига хос нотурғун жараён бўлиб, унда автомобилларнинг ўзаро жойлашуви ва тезликлари тасодифий тарзда ўзгаради. Шунинг учун оқимнинг ҳаракатланиш режими фақат ўртача статистик кўрсаткичлар билан тавсифланиши мумкин.

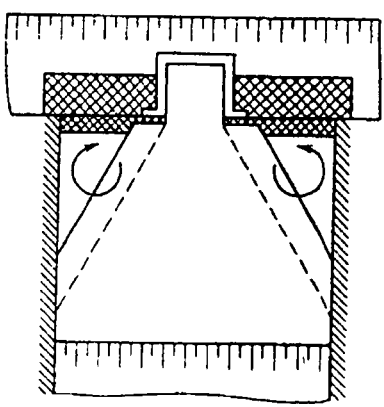
Йўлнинг бирор участкасида ҳаракатланиш тезликларини ўлчаш шуни кўрсатдики, бу тезликлар нисбатан кенг оралиқда ўзгариб туради, бироқ автомобилларнинг асосий қисми учун бирор ўртача қиймат яқинида бўлади. Транспорт оқими қанча зич бўлса, ундаги

учрайдиган эркин тарқалиб оқишда мустаҳкамлагич орқасидаги ювилиш чуқурлигини тез аниқлаш учун назарий ҳисоблашлар билан топилган қуйидаги маълумотлардан фойдаланиш мумкин:

$\frac{l_{мус} tg\alpha}{b}$	0	1	2	3	4	5	8	10
$\Delta_р/H$	1,55	0,98	0,78	0,65	0,59	0,54	0,45	0,40

Бу ерда α - ёйилиб оқиш бурчаги, у қувурнинг сув чиқиш томонидаги каллагини турига қараб аниқланади, бироқ 45°дан катта бўлмайди (9.19 - расм, в га қаранг); b - иншоотнинг тешиги; $\Delta_р/H$ - ювилишнинг нисбий чуқурлиги; у мустаҳкамлагичнинг нисбий узунлиги $L_{мус}$ га боғлиқ бўлиб, иншоат олдидаги сув чуқурлигининг улушларида ўлчанади.

Келтирилган маълумотлардан шу нарса келиб чиқадики, мустаҳкамланиш бўлмаганида иншоот ортида $\Delta_р$=1,5H ювилиш ҳосил бўлади. (3-4) b дан узун мустаҳкамлагичлар қуриш мақсадга мувофиқ эмас. Мустаҳкамлагичнинг пландаги шакли 9.21 - расмда кўрсатилган.



9.21 - расм. Иншоот ортида ўзанни мустаҳкамлаш плани.

Туташиш турини ҳисобга оладиган ювилишларни аниқ ҳисоблашлар ҳам мавжуд. Бундай ҳисоблашлар махсус адабиётларда баён қилинади. Уларда биринчидан, грунтнинг ювилишга қаршилик кўрсата олиши, иккинчидан, сакрашнинг бевосита мустаҳкамлагич

охирида, яъни ювилиш тепасида жойлашуви билан боғлиқ бўлган оқимнинг мажбурий гидравлик структураси ҳисобга олинади.

Тоғлик шароитларда кўпинча тор қувурлардан ёки кўприк тагидан ўтказиш учун сув оқимининг тўпланиб қолиши сабабли ўзанларни мустаҳкамлаш билан бирга бефларни туташтириш учун мухсус иншоотлардан-тезоқарлар, шаршаралар (сув қайтариш қудуқлари билан ва уларсиз) ва хоказолардан фойдаланиш ҳам зарур бўлади. Бундай иншоотларни хисоблаш махсус маълумотнома адабиётларида келтирилади.

УЧИНЧИ БЎЛИМ
ЖОЙЛАРДА ЙЎЛ ЎҚ ЧИЗИҒИНИ (ТРАССАСИНИ) ЎТКАЗИШ

10-боб

ТРАССА ЙЎНАЛИШИНИ ТАНЛАШНИНГ АСОСИЙ ҚОИДАЛАРИ

10.1. Трассанинг йўналишини танлашда юк оқимлари интенсивлиги ва ҳажмини ҳисобга олиш

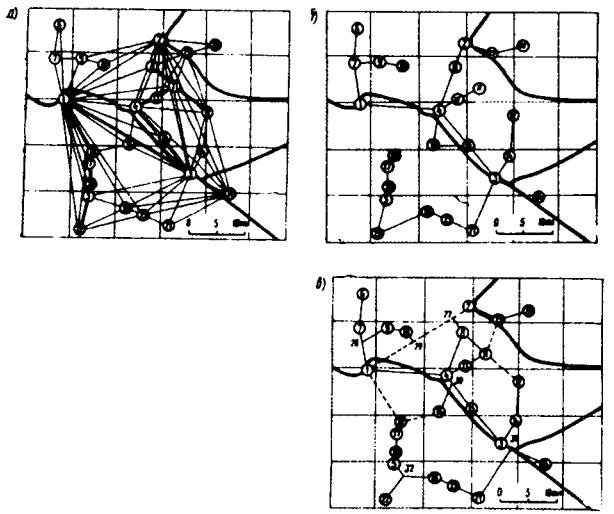
Автомобил йўлларини лойиҳалашда трасса йўналишини танлашнинг бир-биридан фарқ қиладиган икки ҳоли бор.

1.Катта магистрал автомобил йўлларини ёки юқори тоифали йўлларни лойиҳалашда йўлларнинг умумий йўналиши ва асосий оралиқ пунктлар умумдавлат, маъмурий, маданий ва мудофаа мулоҳазаларидан келиб чиқиб белгиланади. Бу йўллардан асосан автомобилларда узоққа ва вилоятлараро юк ташишда фойдаланилади. Магистрал йўлларнинг унча катта бўлмаган саноат корхоналарига ва аҳоли яшайдиган пунктларга яқинлашувидан юзага келадиган маҳаллий юк оқимларига хизмат кўрсатиш трассани белгилашда иккинчи даражали рол ўйнайди ва бу пунктлар, одатда, айланиб ўтилади.

2.Юк тўпланадиган ва истеъмол қиладиган бир қатор пунктларни ўзаро боғлайдиган саноат ва қишлоқ хўжалик районлари йўлларининг тармоқларини, шунингдек, саноат корхоналаридан, кишлоқ хўжалик жамоаларидан, конлардан ва юк оқими ҳосил бўладиган бошқа жойлардан мавжуд йўлларга темир йўл станцияларига ва дарё пристанларига келадиган йўлларни лойиҳалаш. Бу ҳолда йўл тармоқлари ёки келиш йўлларининг йўналиши асосан маҳаллий юк оқимларига хизмат кўрсатиш эхтиёжларидан келиб чиқиб аниқланади. Йўлларнинг трассалари хизмат кўрсатиладиган аҳоли яшайдиган пунктлар ва юк тўпланадиган бошқа жойларга нисбатан шундай танланиши керакки, юк ташишда транспорт ишлари ҳажми энг кам бўлиши, йўловчиларни ташиш йўллари эса фойдаланувчилар учун қулай бўлиши керак.

Аҳоли яшайдиган икки пунктни табиий боғлаш зарурати тўғилганда тўғри чизиқли йўл (ҳаво йўллари) қурилади. Бироқ ўзаро боғланишга интилувчи ахоли яшайдиган пунктлар кўп бўлганида ҳар қайси ахоли яшайдиган пунктни қолган бошқа ахоли яшайдиган пунктлар билан бевосита боғлайдиган тармоғини (10.1 - расм, а)энг қисқа йўналиш бўйича қуришнинг иложи бўлмайди. Бундай йўл тармоғини қуриш иқтисодий жихатдан ўзини оқламаган ва қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришидан катта ер майдонларини хўжасизларча олиб қўйишга олиб келган бўларди. Шунинг учун бундай ҳолларда йўл тармоғини белгилашда автомобилларда юк ташиш самарадорлигини йўл қурилишига кетадиган харажатларга (ер қиймати ҳам киради)қиёслаш керак. Ҳозир қабул қилинган методикага кўра, йўл тармоқларининг энг мақбул вариантини танлашда энг кам қурилиш ва фойдаланиш харажатлари мақбуллик мезони сифатида қабул қилинади.

Йўл тармоқларининг йўналиши рельефнинг таъсирини ва жойнинг тафсилотини ҳисобга олмасдан лойиҳаланади, шу тарзда «ҳаво йўллари» тармоғи ҳосил қилинади. Бундай «ҳаво йўллари» тармоғи, жойда қидирув ишлари олиб борилганда, айрим йўлларнинг йўналишини танлашда асосий мўлжални беради. Рельефнинг таъсири ўтиб бўлмайдиган тўсиқлар-тоғ тизмалари, катта кўллар ва ботқоқланган массивлар мавжуд бўлганида ҳисобга олиниши керак. Бу ҳолда тоғ довонлари ва айланиб ўтиладиган жойлар барча юк оқимлари мажбурий равишда транзит ўтадиган нуқталар ҳисобланади. Маҳаллий топографик шароитларга кўра трассанинг топилган ҳаво йўлларидан четга чиқиши кўп холларда йўл тармоғининг йўналишини техник-иқтисодий усуллардан кенг фойдаланиб асослашга қарши далил сифатида рўкач қилинади. Бироқ бундай четга чиқишларнинг таъсирини ортиқча баҳолаб юбориш ярамайди.



10.1-расм. Ҳудуднинг йўл тармоғи:
а - транспорт алоқалари схемаси; б - юк тўпланадиган нуқталарни боғловчи йўллар тармоқларининг энг қисқа узунлиги; в - рационал қўшилиш жойларини ва шаҳобчаларини белгилаш йўли билан аниқлаштирилган йўллар тармоғи.

Амалий мақсадлар учун проф. Я.В. Хомякнинг усули қулайдир. Бу усулда йўл тармоқлари бир неча босқичда лойиҳаланади:

1/юк тўпланадиган, ўзаро боғланган пунктлар ўртасидаги асосий алоқа йўлини танлаш. Бунда жами йўл узунлиги ва қурилиш харажатлари энг кам бўлиши лозим;

2/ юк ташишдаги келтирилган йўл-транспорт харажатларининг энг кам бўлиши мезонини қондириш учун қўшимча звенолар киритиб дастлаб белгиланган тармоқни ойдинлаштириш;

3/ йўлларнинг туташиш ва шохобчаланиш жойларини аниқлаштириш йўли билан белгиланган тармоққа узил-кесил тузатишлар киритиш.

Масалани ечиш йўлларнинг энг қисқа боғловчи тармоқларини қуришдан бошланади, яъни «хаво йўлларининг» шундай тармоғи қуриладики, улар тармоқнинг келтирилган узунлиги энг кам бўлган

ҳолда, барча юк тўпланувчи ва юк қабул қилувчи нуқталарни бирлаштиради (боғлайди). Энг қисқа бирлаштирувчи тармоққа звенолар танлаш учун ℓ/Q кўрсаткичдан фойдаланилади, у ташиладиган 1т юкка тўғри келадиган йўл участкаси узунлигидан иборат. Бу кўрсаткич келтирилган масофа деб аталган. Принцип жиҳатидан олганда тармоқни лойиҳалашда ℓ нинг қийматига трассани узайтиришга тузатиш коэффициентини киритиш йўли билан рельефнинг хусусиятларини тахминан ҳисобга олиш имконияти бор.

Проф. Я.В. Хомякнинг ишларидан олинган мисолда йўлларнинг тармоқлари қурилишини кўриб чиқамиз.

Ҳисоблашларда техник-иқтисодий қидирув маълумотларига асосан тузиладиган юк ташиш жадвалларидан фойдаланилади. Бундай жадвалнинг бир қисми 10.1 - жадвалда келтирилган.

Қуриш (ясаш)ни бошлашда, транспорт алоқалари схемасида энг интенсив юк оқимлари интиладиган нуқтани танланади 10.1 - расм, а да келтирилган ҳол учун темир йўл станциясининг нуқтаси 1 шундай нуқтадир, унга бошқа нуқталарнинг кўпгинаси интилади. Бу нақталар учун бошқа ҳамма нуқталаргача бўлган келтирилган масофа ҳисоблаб чиқилади (10.2 - жадвал). Кўриб чиқилаётган мисолнинг биринчи босқичида нуқтага энг яқин нуқта 4 бўлиб чиқди. Шунинг учун 1-4 чизиқ боғловчи тармоқнинг қидирилаётган энг қисқа звеноси бўлади. (10.1 - расм, б). Кейинги ҳисоблашларда 1-4 нуқталар қўриб чиқилмайди ва фақат улардан бошқа нуқталарга келадиган юкларгина хисобга олинади.

10.1 - жадвал

Юк жўнатиш пункти	Қуйидаги белгиланган пунктларга юк ташиш, минг т.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 ва х.к
1	х	560	700	950	150	80	85	30	45	20	10
2	560	Х	80	10	-	-	-	40	15	10	60
3	700	80	х	400	10	-	-	-	-	-	5
4 ва ҳ.к.	950	10	400	х	-	-	-	10	-	-	5

10.2 - жадвал

1 нуқтага юк ташиш тавсифи	Юк тўпланадиган нуқталар							
	1	2	3	4	5	6	7	24
1 нуқтадан масофа, м	х	20,4	26,3	13,0	16,8	13,2	8,2	34,1
Ташиладиган юклар хажми Q,минг т	х	506	700	950	150	80	8,5	50
Келтирилган масофа	х	0,036	0,038	0,014	0,112	0,165	0,096	0,683

10.3 - жадвал.

4 нуқтага юк ташиш тавсифи	Юк тўпланадиган нуқталар							
	1	2	3	4	5	6	7	24
4 нуқтадан масофа, км	13,0	12,8	15,3	х	16,9	19,8	17,2	22,7
Ташиладиган юклар хажми Q, минг т	950	10,0	400	х	-	-	-	300
Боғловчи тармоққача энг қисқа масофа, км	х	12,8	15,3	х	16,8	13,2	8,2	22,7
Туташиш нуқтаси	х	4	4	х	1	1	1	4
Жами ташиладиган юклар хажми, минг т	х	570	1100	х	150	80	85	350
Келтирилган масофа	х	0,022	0,014	х	0,112	0,165	0,096	0,065

4 нуқта учун (10.3 - жадвал) 3 нуқтагача бўлган келтирилган масофа энг қисқа бўлади. Шунинг учун 3-4 чизиқ йўл тармоғига қўшилади. Масофаларни ҳисоблашда 1 нуқтадан 3 нуқтагача

ташиладиган юклар, тармоқнинг биринчи звеноси 1-4 белгиланганда кейин албатта 4 нуқтадан ўтиши кераклиги ҳисобга олинди, ва бинобарин, 4-3 участкада юк ташишлар ҳажми 1-3 ва 3-4 нуқталар ўртасида ташиладиган юкларнинг йиғиндисига, яъни 1100 минг т га тенг бўлади. Худди шу каби 2 нуқтадан 4 нуқтага 570 минг т, шу жумладан 560 минг т 1 нуқтага юбориладиган юк келади. Шундан кейин 3-4-1 йўналишлар билан 1 ва 4 нуқталарга боғланган 3 нуқтани кўриб чиқишда (10.4 - жадвал) унга келадиган юкларга кўриб қўриб чиқилаётган нуқталардан ҳамда 1 ва 4 нуқталарга келаётган юкларни қўшиш керак.

10.4 - жадвал.

3 нуқтага юк ташиш тавсифи	Юк тўпланадиган нуқталар						
	1	2	3	4	5	6	24
3 нуқтадан масофа,км	26,3	24,9	х	15,3	18,4	35,7	7,8
Ташиладиган юклар хажми Q, минг т	700	80	х	400	10	-	120
Боғловчи тармоққача энг қисқа масофа, км	х	12,8	х	х	16,8	13,2	7,8
Туташиш нуқталари	х	4	х	х	1	1	3
Жами ташиладиган юклар хажми, минг т .	х	650	х	х	160	80	470
Келтирилган масофа	х	0,020	х	х	0,150	0,165	0,017

Эслатма. Соддалаштириш мақсадида 10.2 ва 10.3 - жадвалларда 8-23, 10.4 - жадвалда эса 7-23 нуқталар графаси (устини) тушириб қолдирилган.

Шунинг учун масалан 5 нуқтадан 3 нуқтагача 150+10=160 минг т юк келади. 2 нуқтадан тармоқнинг 3-4-1 бўлимларигача бўлган келтирилган масофани аниқлашда ундан ҳамма нуқталарга келадиган юклар, яъни 650 минг. т ҳисобга олинади. Энг кам келтирилган масофа 24 нуқтагача бўлади ва тармоққа 3-24 чизиқлар қўшилади.

24 нуқта учун бажарилган шунга ўхшаш ҳисоблашлар шундай хулосага олиб келадики, унинг учун энг қисқа келтирилган масофа 0,016 нуқта 14 га тўғри келар экан. Бироқ,тармоқнинг шаклидан кўриниб турибдики, унинг ўрнига энг мақбули 3-14 алоқадир, у схемага киритилади, лекин бунда масофа бир мунча узунроқ бўлиб чиқади (0,025). Қолган қамраб олинмаган нуқталар 1,4 ва 3 нуқталарни такрор кўриб чиқишда ҳосил қилинган магистрал йўлга боғланади.

Баён этилган қуриш усули билан топилган энг қисқа боғловчи йўл тармоғи схемаси (10.1-расм, б га қ.) ташиш учун сарфланадиган йўл-транспорт ҳаражатларининг энг кам бўлиши талабини ҳам тўла қаноатлантирмайди.

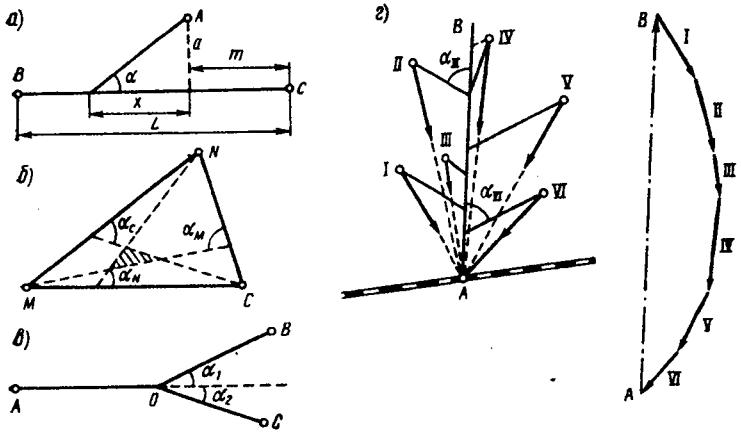
Масалан, ораларида анча кўп юк ташиладиган 1 ва 2 пунктлар 4 пункт орқали фақат айланма йўл билан боғланган, бу эса автомобилларнинг ортиқча йўл босишига сабаб бўлади. Лойиҳаланган тармоқни яхшилаш учун унга мантиқий мулоҳазалар асосида, агар белгиланган тармоқ бўйича ташишларнинг келтирилган қиймати, транспорт ва қурилиш ҳаражатларини ҳисобга олган ҳолда (2-қисм, 24.1-§ га қ.) нуқталарни боғловчи қўшимча звено киритилган ҳолдагига қараганда юқори бўлса, қўшимча звенолар киритилади. Автомобил йўлларининг бу қўшича тармоғи 10.1-расм, в да пунктир билан кўрсатилган.

Йўл тармоқларини қуришнинг биринчи босқичларида унинг участкалари юк ҳосил бўлувчи нуқталардан туташтирилди, бу эса кўпгина ҳолларда автомобилларнинг ортиқча йўл босишини келтириб чиқарган бўлар эди. Шунинг учун йўл тармоғи йўлларнинг энг мақбул ёндашиш ва тармоқланиш жойларини топиш йўли билан аниқлантирилмоғи лозим (10 расм, в га қаранг). Йўл тармоғининг вазифасига қараб қурилишнинг келтирилган қиймати, ишларнинг ёки

ташишлар учун вақтнинг энг кам сарфланиши мақбуллик мезонлари бўлиши мумкин.

Қуйидаги масаларни ечишга тўғри келади.

1.Келиш йўлининг юқори тоифали йўлга қўшилиш нуқтасини топиш (10.2 - расм, а).



10.2 - расм. Йўл ўқ чизиғи йўналишини танлашни техник-иқтисодий асослашга оид схема:
а - шохобча йўлнинг анча юқори тоифали йўлга қўшилиш нуқтасини аниқлаш; б - учта пунктни боғловчи йўлларнинг қўшилиш нуқтасини топиш; в- йўлнинг тармоқланиш жойини аниқлаш; г- юк тўпланувчи бир нечта тайинланган жойларга хизмат қилувчи магистрал йўлнинг йўналишини аниқлаш.

А пунктдан В пунктга харакат жадаллиги Nв, С пунктга эса Nс га тенг бўлсин. Ташиш учун сарфланадиган вақт шартидан келиб чиқиб, туташиш бурчагини аниқлаймиз. Магистрал йўлда ҳаракат тезлиги $\vartheta_м$, келиш йўлидаги тезлик $\vartheta_К$ йўлнинг турига ва тоифасига боғлиқ, булар харакат жадаллиги бўйича аниқланади.

Ташиш учун вақт сарфи қуйидагини ташкил этади.

$$T = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{\vartheta_п}(N_B + N_C) + (L - x - m)\frac{N_B}{\vartheta_м} = (m + x)\frac{N_C}{\vartheta_м} \qquad (10.1)$$

Туташиш бурчаги α нинг энг кам ташиш давомийлигига мос келувчи қиймати биринчи ҳосила dT/dx ни нолга тенглаштириш йўли билан топилиши мумкин, бундан қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$\cos\alpha = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{\vartheta_K (N_B - N_C)}{\vartheta_м (N_B + N_C)} \qquad (10.2)$$

Кўриб ўтилган мисолда (10 расм, в га қ.) йўлларнинг туташиш жойларини аниқлаштириш қўшимча 27, 28, 29, 30, 31, 32 асосий нуқталарнинг пайдо бўлишига олиб келади. Нуқта 30 нинг киритилиши иккита 1-16 ва 16-15 йўлларнинг ўрнига 16-30 йўл билан чекланишга олиб келди.

2. Уч пунктни боғловчи йўлларнинг бирлашиш нуқтасини топиш.

Йўл тармоғининг узунлигини қисқартириш учун учта пунктни йўллар билан бирлаштиришда йўлларнинг тармоғини юк тўпланадиган пунктлардан учта пункт ҳосил қилган учбурчак ичидаги бирор нуқтага келиш йўллари тарзида лойиҳалаш мақсадга мувофиқдир (10.2 - расм, б). Кўриб чиқилаётган мисолда бундай хол 5-18-22 учбурчакда нуқта 32 ни топишда учради.

Йўллар бирлашган нуқтанинг ўрнини топиш учун немис мухандиси Лаунгарт томонидан 1882 йилда бу йўллар ҳосил қиладиган бурчакларни аниқлашнинг аниқ математик усули таклиф қилинган. Бу бурчакларда баҳолаш учун қабул қилинган мезоннинг энг кам қийматлари каноатлантирилади. Бироқ бу мулохазалар хаво йўллари тармоғи устида юритилади. Жойларда йўл ўтказишда ҳаво йўлларига муқаррар равишда тузатишлар киритилади. Шунинг учун соддароқ тақрибий усулдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бу тақрибий усул шундан иборатки, юк тўпланадиган ҳар қайси пунктдан қолган икки пунктни бирлаштирувчи йўлга келиш йўлининг йўналиши қидирилади.

Келиш йўллари кесишганда «хатоликлар учбурчаги» хосил бўлиб, бунда трассалаш вақтида маҳаллий шароитларни ҳисобга олган ҳолда йўллар бирлашган нуқтанинг ўрни танланади.

3.Йўлларнинг тармоқланиш жойини аниқлаш.

Агар ораларида юк ташиш ҳажми кам бўлган икки пунктни учинчи йўл билан боғлайдиган йўллар ўзаро кичик бурчак ҳосил қилса, у ҳолда аввал бирор масофада тармоқланадиган бирлашган йўлни куриш мақсадга мувофиқдир (10.2 - расм, в). Бу масалани магистрал участка АО нинг В ва С нуқталарга борадиган шахобчаларининг йўналиши юқорида аниқланган қўшилиш бурчакларига қўйиладиган талабаларни қаноатлантирадиган вазиятини аниқлашдан иборат деб, қараш мумкин. Йўлларнинг тармоқланиш жойини планда аниқлаш учун шаффоф қоғозга чизилган тўғри чизиқнинг бирор нуқтасидан α_1 ва α_2 бурчаклар остида чизиқлар ўтказиб, тўғри чизиқнинг шундай вазияти топиладики, бунда чизиқлар А,В ва С нуқталар орқали ўтади.

4.Бир нечта юк тўпланадиган пунктларга хизмат қилувчи магистрал келиш йўлининг йўналишини аниқлаш (10.2 - расм, г).

Агар аҳоли яшайдиган бир неча пунктлар ва саноат корхоналари бир пунктга, масалан, темир йўлга, кема тўхтайдиган жойга ёки йирик саноат корхонасига интилса, уларнинг ўзаро транспорт алоқалари кам бўлса, ҳар қайси пунктдан мустақил келиш йўллари қуриш мақсадга мувофиқ эмас. Магистрал АВ келиш йўлини ўтказиб, ундан алоҳида пунктларга шахобчалар ўтказиш тўғри бўлади.

Магистрал келиш йўлининг ўрни куч учбурчаклигини куриш усули билан график тарзда топилади. Юк тўпланадиган ҳар қайси нуқта билан марказ ўртасидага ҳаракат интенсивлиги ёки ташиладиган юк ҳажми бу нуқталарни бирлаштирувчи тўғри чизиқ бўйича йўналган вектор сифатида қаралади. Куч учбурчагини туташтирувчи тўғри чизиқ тенг таъсир этувчи бўлиб, у асосий магистрал йўналишини кўрсатади.

10.2 Трасса йўналишини танлашда маҳалий шароитларни ҳисобга олиш

Йўлларни лойиҳалаш топшириғида лойиҳаланадиган йўл ўқ чизиғи ўтказилиши лозим бўлган бошланғич, охирги ва оралиқ нуқталар кўрсатилган бўлади. Бу нуқталар таянч пунктлар деб аталиб,

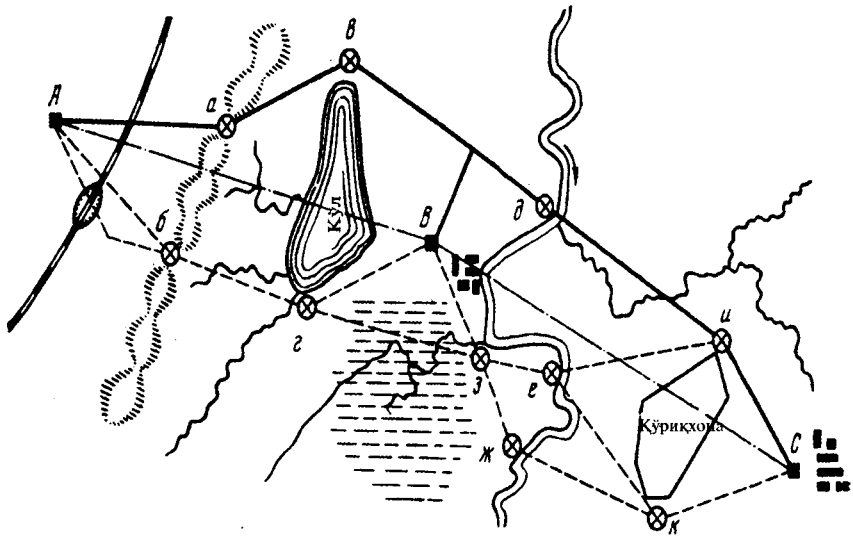
улар саноат,сиёсий-маъмурий ёки маданий марказ, транспорт узеллари бўлиши мумкин. Йўлни таянч пунктларни боғловчи тўғри чизиқлар бўйича йўл ўтказишга интилганда кўп сонли тўсиқларга учрашга тўғри келинган бўлур эди, бу тўсиқларни бартараф этиш техник ва иқтисодий жиҳатдан, тўғри чизиқдан бироз четга чиқиб, айланиб ўтишга қараганда камроқ мақсадга мувофиқдир.

Контурли ва баланд тўсиқлар бўлади. Буларнинг биринчисига дарёларнинг бурилган жойи, аҳоли яшайдиган пунктлар, кўл ва ботқоқликлар, тупроқ ва геологик шароитлари ноқулай жойлар, қўриқхоналар киради; иккинчисига тоғ тизмалари, алоҳида баландликлар (тепаликлар), чуқур ва кенг чуқурликлар киради.

Трассанинг «ҳаво йўлидан» четлашишига йўлнинг назорат нуқталар орқали ўтказилиши зарурлиги ҳам сабаб бўлади. Назорат нуқталарга темир йўлларнинг автомобил йўллари билан келишилган кесишиш жойлари, катта сув оқимлари кесишган жойлар (бу жойлар кўприклар қуришга қулай бўлади), тоғ бели, шунингдек, мавжуд йўлларнинг фойлаланиладиган участкалари киради.

Автосурат ёки йирик масштабли харита бўйича маҳаллий шароитларни таҳлил этиш ёки жойни қўриб чиқиш бир қанча нуқталарни белгилашга имкон беради; йўл ўқ чизиғи бу нуқталар орқали тўсиқларни айланиб ўтиши мумкин. бу нуқталарни бирлаштириш «ҳаво чизиқларининг» бир қанча вариантларини беради, улар йўл ўқ чизиғининг эҳтимолий йўналишларини етарлича яхши тавсифлайди.

10.3 - расмда таянч пунктлари орасида ўтказилиши мумкин бўлган «хаво йўлининг» бир нечта вариантлари кўрсатилган. АВ участкада мумкин бўлган вариантлар сони кўлни айланиб ўтиш хамда а ва б тоғ белларидан фойдаланиш зарурати билан аниқланади. Темир йўлни йўл ўтказгич учун мўлжалланган чуқурликдан ўтадиган участкада кесиб ўтиш учун трассанинг четга чиқиши мумкинлиги диққатга сазовордир. Кўлни айланиб ўтиш учун белгиланган в ва г нуқталари трассанинг шимолий вариантининг кейинчалик яна четга чиқиши заруриятини келтириб чиқаради (расмдаги туташ чизиқ). Кўлга қуйиладиган кичик сув оқимлари ўтиш жойини танлашда



10.3 - расм. Таянч жойлар орасидаги «ҳаво йўлларининг» вариантлари.

қийинчилик туғдирмайди, чунки уларни бурчак остида кесиб ўтиш мумкин ёки уларнинг ўзанларини тўғрилаш мумкин. Навбатдаги катта тўсиқ-катта дарёни кўприкли ўтиш жойини танлаш шартлари бўйича фақат д, е ва ж нуқталарда кесиб ўтиш мумкин. Бу нуқталарнинг жойлашиши трассанинг шимолий вариантини ўтказишда оралиқ В пунктни айланиб ўтиш ва унга келиш йўлини қуриш мақсадга мувофиқ эканлигини кўрсатади.

Жанубий вариантда (расмдаги пунктир чизиқ) дарё оқими ва унинг бошидаги ботқоқланган участкалар В пунктга яқинлашишни ва ундан дарёнинг бурилган жойини айланиб ўтиб,ж нуқтага яқинлашишни анча фойдали қилиб қўяди. Юқори тоифали йўллар учун йўлнинг узунлигини қиқартириш мақсадида ботқоқ г-з ни кесиб ўтиш вариантини ҳам қўриб чиқиш керак.

Ҳар икки вариантнинг кейинги йўналиши қўриқхона чегаралари (и ва к нуқталар) билан белгиланади. Қўриқхонани йўл кесиб ўтмаслиги лозим.

План ва профил элементларига қуйиладиган техник талабларга риоя қилиш трассанинг «ҳаво йўли» дан яна бироз четга чиқишига олиб келади. Бироқ «ҳаво йўлларига» асосан горизонталлардан иборат планлар бўйича қурилган бўйлама профилларни таққослаш вариантларни транспортбоплик ва қурилиш тавсифлари бўйича баҳолашга ва улардан асосийсини қабул қилишга имкон беради. «Ҳаво йўллари» тармоғини геологик ва тупроқ хариталарига чизиш ҳам ҳар қайси вариантнинг геологик шароитларини баҳолашга имкон беради.

Йўл ўтказиладиган жойни танлашда қимматли қишлоқ жўжалик ерларидан фойдаланишдан воз кечиш керак. Қурилишнинг ҳамма тури, шу жумладан темир йўллар ва автомобил йўлларини қуришда қишлоқ хўжалиги учун мўлжалланмаган ерлардан ёки қишлоқ хўжалиги учун яроқсиз ерлардан, ёки сифатсиз қишлоқ хўжалик ерларидан, асосан ўрмон билан қопланмаган ерлардан, ёки бутазорлар ёхуд кам қимматли ўсимликлар билан қопланган ерлардан фойдаланиш керак. Йўлларни қўриқҳоналар худудидан, ўрмонзор, боғлардан, меъморчилик ва тарихий ёдгорликларга бевосита яқин жойлардан, қирғоқлар ҳимояланган полосалардан, ўрмонсиз чўл районларида алоҳида дарахтзорлар орқали ўтказмаслик керак.

Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришининг ва ердан фойдаланувчиларнинг қимматли ерларини олиб қўйиш билан боғлиқ зарарларини қурилиш ташкилоти тўлаши керак, буни трассани танлашни техник-иқтисодий асослашда ҳисобга олиш зарур.

Йўл ўқ чизиғини танлаш унинг узунлигини, барча капитал йўл иншоотларининг жойлашувини, қурилиш ишларини бажариш қийматини ва, энг асосийси, йўлдан кейинги кўп йиллик фойдаланишда автомобил транспорти ишининг кўрсатқичларини олдиндан белгилаб беради. Техник-иқтисодий мулоҳазалар бўйича йўлнинг белгиланган йўналишидан ортиқча четга чиқиб кетмасдан уни шундай жойлаштириш керакки, табиий шароитлар йўл қурилишини ва кейинчалик ундан фойдалнишни мураккаблаштирмайдиган бўлсин.

Бунда, йўлга топографик, геологик, гидрологик ва об-хаво шароитларининг таъсирини кўриб чиқиш билан бир вақтда, йўлга ёндош ерда одамнинг онгли фаолияти натижасида юз берадиган ўзгаришларни - сув омборларини қуриш, ботқоқликларни қуритиш, ирригация ишларини бажариш, дарахтлар ўтқазиш ва ҳакозоларни ҳам ҳисобга олиш лозим.

Ер қазиш ишларини олиб боришнинг ҳозирги механизациялаштирилган усуллари энг турли-туман грунт шароитларида турғун йўл пойи қуришга имкон беради, бироқ бу ишларнинг жуда қимматга тушиши кўпчилик холларда гидрогеологик шароитлари ноқулай бўлган участкаларни айланиб ўтиш вариантлари мақбул кўрилади, бироқ бу ҳол йўл ўқ чизиғининг ҳаддан таршқари узайиб кетиши билан боғлиқ бўлмаслиги керак.

Трассани танлашда об-хаво шароитларидан асосий шамол йўналишини ҳисобга олиш зарур, йўлни қор босиши,қум сахроларида эса қум босиши ана шунга боғлиқдир. Ҳамма вақт трассанинг шундай ўтказилиши мақбул қуриладики, қиш даврида йўлга қор олиб келадиган хавзалар майдони кичик бўлиши ва қорни тўхтатиб қолувчи ўсимликлар билан қопланган бўлиши керак.

Кесишадиган сув оқимларнинг гидрологик режими улар кесишган жойни ва кўприкларнинг зарур ўлчамларини танлашга таъсир этади, баъзи ҳолларда эса йўлни дарё водийлари бўйлаб трассалаш имкониятини белгилайди. Кесишадиган сув оқимларидаги катта сув сарфи, йирик. қимматга тушадиган сунъий иншоотлар қуриш заруриятини туғдиради, бу эса кўпинча трассани сув айирғичга яқинлаштиришни мақсадга мувофиқ қилиб қўяди.

Йўлнинг ишлашида унинг дарё томонларига нисбатан жойлашуви катта аҳамиятга эга. Турли тузилишдаги ён бағирларнинг қуёш иссиқлиги ютиш миқдори жуда катта даражаларда ўзгариб туради. Жанубий ёнбағирлар қордан аввалроқ тозаланади ва шимолий ёнбағирларга қараганда тез қурийди. Уларда нураш ва эрозия жараёнлари жадалроқ кечади. Проф. Б.Н. Веденисовнинг ҳисоблашларича, ўйманинг жанубий нишаби, қуёш 30^0 горизонт тепасида турганида, шимолий нишабликка қараганда 14 марта ортиқ

қуёш иссиқлик энергиясини тўплайди. Водий нишаблигини тўғри танлаш кўпинча қурилаётган йўлнинг ишини тубдан яхшилаши мумкин.

10.3 Трассани ўтказишда қор босишини ҳисобга олиш

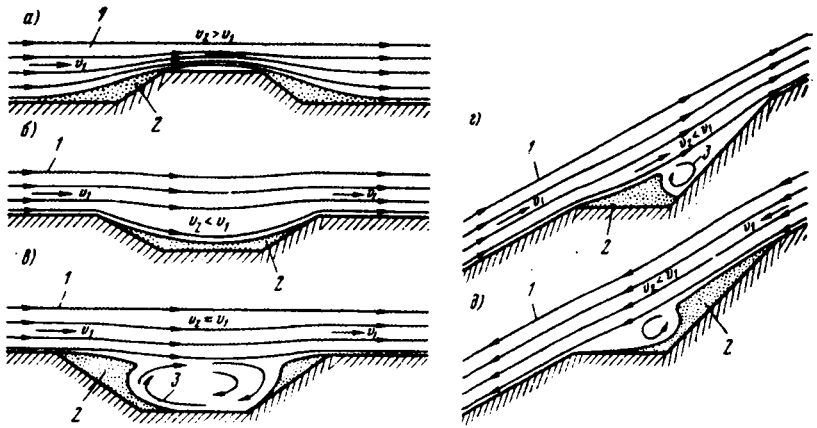
Шамол тезлиги 3-5 м/с бўлганида қор қоплами уча бошлайди ва ҳавонинг ерга яқин қатламида қўчади (қорли изғирин). Бунда қорнинг 90% гача миқдори қор қатламларининг (пастки 10 см қисмида) бевосита юзасида кўчади (харакатлана бошлайди). Агар қорнинг кўчиши қор ёғаётганида юз берса, ер бағирлаб эсадиган бўрон ҳосил бўлади.

Агар қорни кўчираётган ҳаво оқимининг йўлида (қор-шамол оқими) баланд тўсиқлар, масалан, йўл кўтармаси учраса, ҳаво оқимларининг харакат шароитлари ўзгаради. Ер сиртидан бирор баландликда рельефнинг ўзгариши шамол тезлигига таъсир этмайди. Пастки қатламлардан ҳаво оқими ўз йўлида тўсиқларни ялаб ўтиб, кичик кесим орқали ўтиши керак. Бунда қор шамол оқимининг (бўроннинг) тезлиги ортади, бироқ тўсиққа яқин жойда тинч (харакатсиз) жой - аэродинамик соя ҳосил бўлади, бу жойдан кўчаётган қорнинг катта қисми ўтиради. Тўпланган қор уюми нишаби 1:7-1:10 нисбатда бўлади деб ҳисоблаш мумкин. Жойнинг пастликлари устида оқим кенгаяди, унинг тезлиги камаяди ва қорнинг бир қисми пастликни тўлдиради.

Автомобил йўлларининг тупроқ кўтармаси (йўл пойи) қор-шамол оқимининг харакати учун сезиларли тўсиқ ҳисобланади. Унинг яқинида ўтириб қоладиган қор қоплами уюм ҳосил қилиб, харакатланишни қийинлаштиради, баъзан эса тўхтатиб қўяди. Йўлларни қор босиши уларнинг кўндаланг кесимига, атрофдаги жойлардан йўлга келиб тушадиган қор миқдорига боғлиқ.

Кўтармалар, ўймалар ёнида ва уларнинг паст-баланд жойларида қор қатламларининг ҳосил бўлиши (10.4 - расм) йўлнинг ён томон қияликлари ёнида тинчлик зоналарининг ҳосил бўлишига ва ён томон қияликларининг кескин бурилган жойларидаги уюлмаларга

боғлиқ. Агар йўлга қиш даврида келган қор миқдори қутармаларнинг ёки ўймаларнинг ён томон қияликларидаги аэродинамик сояларнинг чегараларида ўтириб қоладиган қор миқдорига қараганда қамроқ бўлса, йўл участкасини қор босмайди деб ҳисоблаш мумкин. Бироқ, бу хулоса фақат йўл четларида ҳосил бўладиган қор уюмларини йўлни роторли қор тозалағичлар билан тозалашда йўл ёнидаги жойга ўз вақтида ташланганда тўғри бўлади. Акс холда улар тўсиқ ҳосил қилади ва йўлларда янги қор қатламлари ҳосил бўлади.



10.4-расм. Йўл пойини қор-шамол оқими айланиб ўтганида қор ётқизиқларнинг ҳосил бўлиш схемаси:
а - кўтарма; б - саёз ўйма; в - чуқур ўйма; г - шамол юқорига эсадиган тоғ ён бағирдаги токча; д - шамол пастга эсадиган тоғ ён бағирдаги токча;
1 - қор-шамол оқими; 2 - қор ёғадиган зона; 3 - қорни шамол учириб кетадиган зона.

Йўлга келиб тушадиган қор миқдори ёғаётган қор хажмига, шамол кучига, қорини шамол учириб келадиган майдоннинг катталигига ва қорнинг йўлида учрайдиган тўсиқларга (ўсимликлар, ер сиртининг нотекисликлари) боғлиқ.

Ёғадиган қор миқдори об-хаво станцияларининг маълумотлари ёки қор қопламининг ўртача кўп йиллик баландлиги хариталари

бўйича, шамол тезлиги ва йўналиши эса об-ҳаво маълумотномалари бўйича аниқланади. Йўлга тушган қорнинг энг кўп миқдори (йўлнинг 1 метрига $м^3$ ҳисобида) қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$Q = (khL - \sum q)\sin\alpha,$$

бу ерда к - қор тўплайдиган хавзадан келиб тушадиган қор, ёғган қор хажмининг улушларида; h - қор қатламининг қалинлиги, м; L - қор тўпланадиган хавзанинг узунлиги, м; α - қишдаги шамоллар йўналиши билан йўл ўртасидаги бурчак, қишки асосий шамоллар йўналиши бўйича аниқланади; $\sum q$ - қор тўпланадиган хавза сиртининг нотекисликлари тўсиб қоладиган қор миқдори; бунда учириб кетилмасдан қолган қор қатламининг қалинлигидан баланд бўлган нотекисликларгина ҳисобга олинади.

Агар ҳаракатланаётган қор йўл олдида тўсиб қолинадиган бўлса, йўлни қор босмайди, деб ҳисоблаш мумкин.

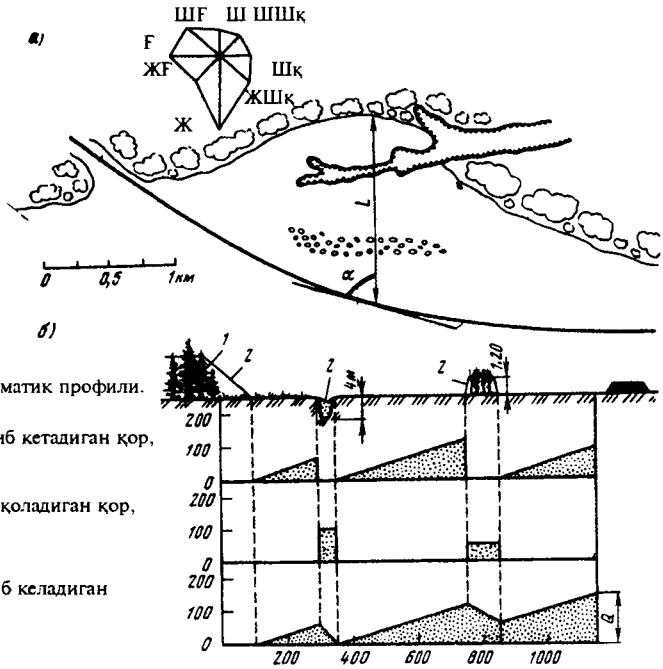
Йўлга келиб тушадиган қор миқдори (10.5 - расм), тозалаб йўқотиладиган ва тўсиқлар тўсиб қоладиган қор миқдорини ҳисобга олган холда, қор балансини кетма-кет ҳисоблаш усули билан аниқланади.

Қолган бошқа тенг шароитларда трассани шундай ўтказиш маъқулки, бунда қор тўпланадиган хавзалар майдони, асосий шамол йўналишини ҳисобга олганда энг кўп бўронлар бўлиб турадиган ойлар мобайнида, энг кам бўлсин, яъни йўлга кам қор келиб тушсин. Асосий шамол йўналиши билан 30^0 дан кичик бурчак хосил қиладиган йўл участкаларини қор кам босади.

Йўлларни пастлик жойлардан ўтказишдан қочиш керак, чунки бу ерларни ҳамма вақт қор кўп босади. Уларни энг қисқа йўналиш бўйича кесиб утилгани муъқул.

Ўймаларда ва токчалар бўйича тепаликнинг ён бағри бўйлаб ўтказилган йўл участкаларини қор ҳамма вақт кўп босади. Худди шу шароитларда кўтармалар ва ярим ўйма - ярим кўтармаларни қор бирмунча кам босади. Қор босишини камайтириш учун шамолга қараган ён бағирларда йўлни иложи борича юқори қисмига яқинлаштириш керак, чунки қор қатламларининг юқориги чегараси одатда ёнбағир тагидан 5-10 м баландликда жойлашади. Шамолга

тескари ёнбағирларда трассани ёнбағир этагининг пастки қисмида ёки хатто водий бўйлаб ёнбағир этагидан 80-100 м оралиқда ўтказилгани маъқул.



10.5-расм. Йўлга шамолда келадиган қор миқдорини аниқлаш учун схема: а - қор тўплаш ҳавзасининг плани; б - йўлга учиб келадиган ва тутиб қолинадиган қорни аниқлаш схемаси; 1 - ўрмон чегараси; 2 - аэродинамик соя чегаралари.

10.4 Сув оқимларини кесиб ўтиш

Автомобил йўллари жуда кўп доимий ва даврий оқадиган сув оқимларини кесиб ўтади.

Автомобил йўлларидаги кўприкларни ва қувурларни шундай жойлаштириш керакки, баланд сувларни тўсқинликсиз ўтказиш

таъминланган, курилишларда тежамкорлик талабларига риоя қилинган ва автомобилларнинг харакатига қулайлик яратилган ҳолда трассанинг равонлиги бузилмаслиги керак. Сув оқимларини тик кесиб ўтиш анча тежамли ва мақсадга мувофиқ бўлса ҳам, йўлларни лойиҳалашнинг ҳозирги техник шартлари кичик ва ўртача кўприкларга ва кўтарма тагидаги қувурларга хеч қандай чекланишлар қуймайди, уларнинг жойлашувини трассанинг равонлигига боғлиқ қилиб қўяди ҳамда уларни план ва профилнинг хар қандай узунликларида қуришга йўл қўяди. Сойни қиялама кесиб ўтишда қувурларни сой ўқи бўйича трассага нисбатан бурчак ҳосил қилиб жойлаштириш мақсадга мувофиқ. Агар сув оқими ўқи ва водий ўқи параллел бўлмаса, ўзанни тўғрилашни лойиҳалаш тавсия этилади, бу сунъий иншоотлар қуриш ишларини қуруқ жойда ковланган котлованда бажаришга имкон беради.

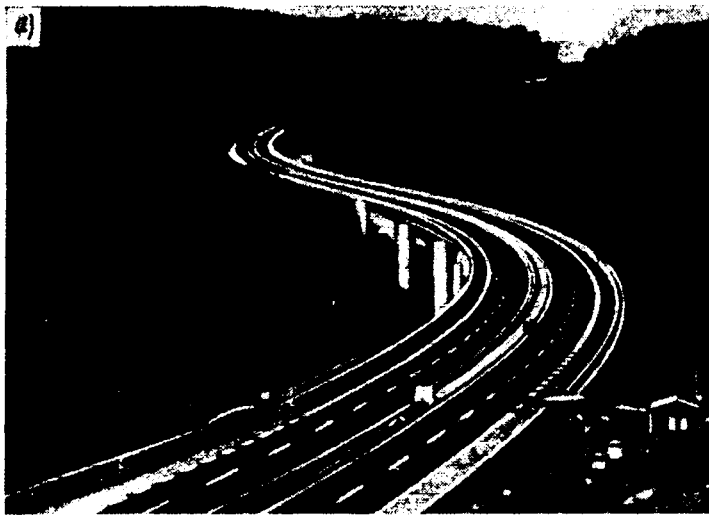
Йўл тоифаси қанча юқори бўлса, сув оқимини тиккасига кесиб ўтиш ниятида йўл ўқ чизиғини ўзгартиришдан воз кечиш тўғридир. Шунинг учун юқори тоифали замонавий автомобил йўлларида тепалик ва тоғлик жойларда трассанинг равонлигини таъминлаш учун планда ва бўйлама профилда эгри чизиқли жойларда катта кўприклар кенг қўлланила бошлади (10.6 - расм). Лекин бу усул иншоотларнинг ва қурилишнинг мураккаблашуви билан боғлиқ.

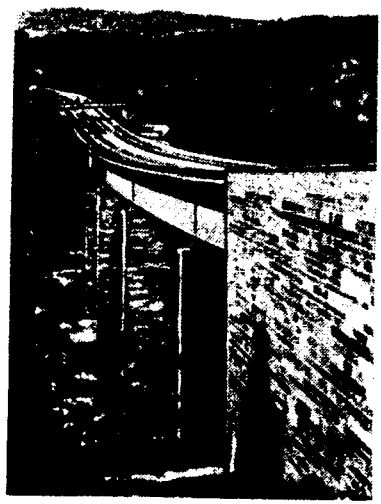
Замонавий автомобил йўлларининг қиймати юқорилиги ва автомобилларнинг ортиқча йўл ўтиши хамда ноқулай кириш йўлларида тезликнинг пасайиши ҳатто катта пролетли кўприкларни йўл элементлари деб қарашга мажбур этти,улар йўлнинг умумий йўналишидан ажралиб турмаслиги ва транспорт оқимининг харакат режимига бирор-бир ўзгаришлар киритмаслиги керак.

Эгриларда қуриладиган кўприкларнинг конструкциялари эгри чизиқли жойда йўл планига ва кўндаланг профилига қуйиладиган (виражлар, қатнов қисмни кенгайтириш, ўтиш эгри чизиқларини киритишга оид) барча талабларга жавоб бериши керак.

Катта сув оқимларини кесиб ўтишда қийшиқ кўприкларнинг қурилиши кўприкли ўтиш жойнинг қийматини анча оширади ва ростловчи иншоотлар қуриш билан боғлиқ. Катта дарёга қурилган

кўприк 1 метрининг қиймати 1 м йўлнинг қийматидан бир неча баравар ортиқ. Катта кўприк йирик мухандислик иншооти сифатида дарёнинг баланд сувларни ўтказиб юбориш қулай жойига қурилиши керак. Бу - ўзаннинг турғунлиги ва ювилмаслигини таъминлайди ва кемалар юриш талабларини қондиради.





10.6-расм. Эгриликдаги кўприклар:
а - пландаги эгриликда қурилган кўприк; б - вертикал эгриликда қурилган кўприк.

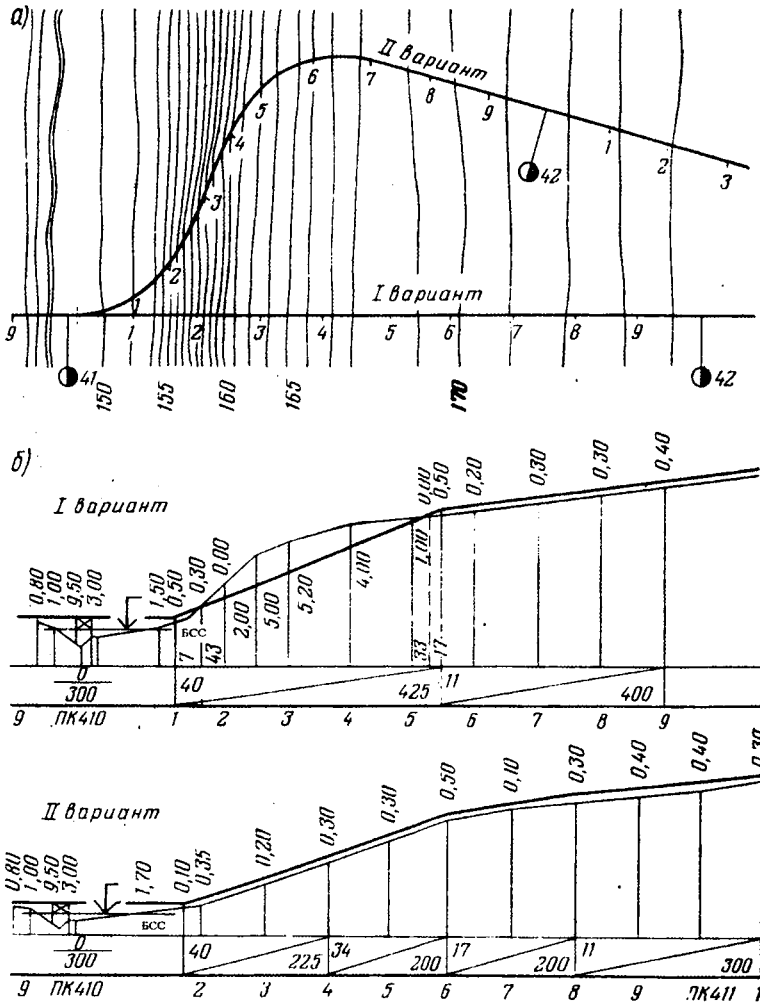
Автомобил ҳаракати нуқтаи назаридан катта кўприкли ўтиш жойнинг қулайлиги асосан планда ва бўйлама профилда кўприкка ўтиладиган равон йўлларнинг қурилиши билан таъминланади.

10.5 Тепаликлардан ўтиш ва ёнбағирларда йўл (трасса) нинг узайиши

Дарё водийларидан ўтишда ва тоғ белига (седловина) унча баланд бўлмаган тепаликлар қатори орқали қутарилишда қияликлари техник талаблар бўйича чегаравий жоиз қийматидан ортиб кетадиган участкалар учрайди. Бундай жойларда трассани икки усулда ўтказиш мумкин (10.7 - расм). Биринчи усулда пастда баланд кўтарма қуриб, ва юқорида чуқур ўйма қазиб, тепалик ёнбағри бўйлаб чегаравий қияликда тўғри кўтарилади. Иккинчи усулда ҳаво йўлидан бир томонга четга чиқиб, тепаликни ёнбағиридан худди ўша қияликда ўтилади,бироқ ер қазиш ишлари ҳажми кам бўлади. Бунда трасса узаяди. Автомобилларнинг босиб ўтадиган йўли ортади ва йўл қуришда олинган тежам вақт ўтиши билан автомобиллардан фойдаланиш харажатлари ўсиши билан йўққа чиқади.

Ўтиш туридаги тўшамали ва ҳаракат жадаллиги кам бўлган паст тоифали йўллар учун ёнбағир бўйлаб трасса ўтказиш варианти энг мақбулидир. Аксинча, юқори тоифали йўллар учун трассани қисқартиришдан эришиладиган ютуқ шубҳасиздир ва ўйманинг чуқурлиги ёки қуриладиган кўтарма баландлиги техник мулохазалларга кўра йўл қўйиб бўлмайдиган жойлардагина йўлни ривожлантирилади, яъни ўзайтирилади.

Паст тепаликли ва паст-баланд жойлардан ўтган йўлларда ёнбағирларни энг катта, ва баъзан истисно тариқасида рухсат этиладиган қияликлардан фойдаланиб энг қисқа масофа билан ўтишдек баъзан учраб турадиган ҳолларни мутлақо нотўғри деб ҳисобланиши керак. Узун тик кўтарилишларни секинюрар оғир юкли автомобиллар ва автопоездларнинг босиб ўтиши қийин, тушиш участкаларида эса қоплама сирти сирпанчиқ бўлганида катта тезликда кетаётган автомобиллар кўпинча аварияга учрайди. Техник кўрсаткичлари юқори бўлган йўлдаги битта шундай участка йўлнинг транспортбоплик сифатларини кескин ёмонлаштиради.



10.7-расм. Тоғ ён бағири бўйича трассани ўтказиш вариантлари:
а - план; б - бўйлама профиллар.

Белгиларнинг баландлик фарқлари катта бўлган қисқа масофани босиб ўтиш зарурати бўлганида йўлни ёнбағир бўйлаб сунъий тарзда ривожлантиришга тўғри келади. Қия участкада трассанинг зарур узунлиги

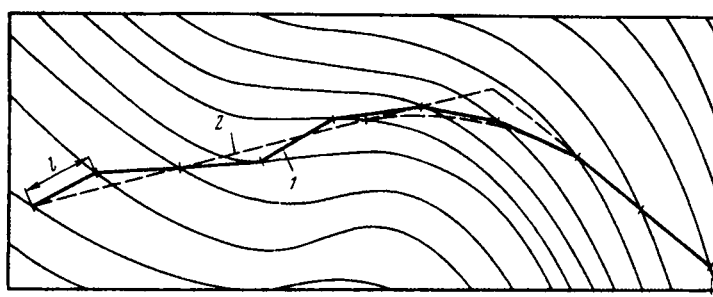
$$L = H / i_{ж}$$

бу ерда Н - босиб ўтиладиган баландлик белгиларининг фарқи, м; $i_{ж}$ - жоиз бўйлама қиялик (ўнли касрларда ифодаланади).

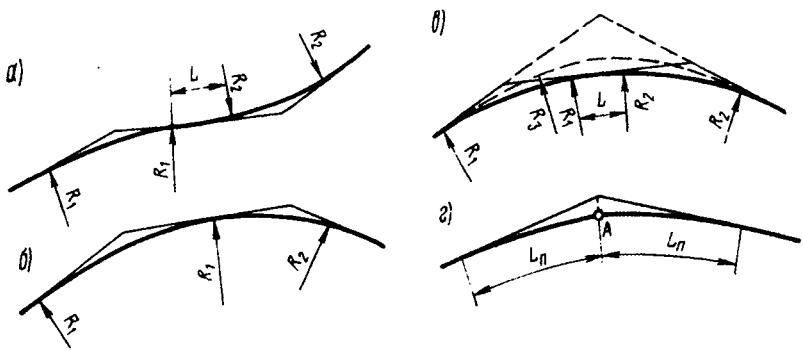
Йўл ўтқазишда берилган қияликка риоя қилиш зарур бўлган қияликларда ва мураккаб рельефли участкаларда трассанинг йўналиши горизонталларда чизилган йирик масштабли хариталарда олдиндан белгиланади. Трасса вариантларини ўтқазиш минтақаси баландликлар ва пландаги тўсиқлар борлигини хисобга олиб ва жойнинг мухандислик-геологик шароитларини ва, биринчи навбатда ўпирилишлар (силжишлар) хавфини таҳлил қилиб танланади.

Трассанинг планда горизонталларда чизилган аниқ ўтқазиш жойи қўшни горизонталлар орасидаги масофани циркул билан кетма-кет белгилаб аниқланади, бу горизонталлар трассалашда қабул қилинган бўйлама қияликка мос келади. Горизонталларни h оралатиб (метрларда) кесганда ва қабул қилинган і бўйлама қияликда (мингдан бир улушларда) қўшни горизонталлар орасидаги масофа L=h/i (метрларда) ни ташкил этиши керак.

Берилган қияликдаги чизиқларнинг вазияти горизонталлар орасидаги ℓ кесмани циркул билан кетма-кет олиб қўйиш йўли билан топилади (10.8-расм).



10.8-расм. Горизонталларда план бўйича берилган қияликда йўлнинг ўқ чизиғини ўтказиш усули:
1 - берилган қиялик чизиғи; 2 - берилган қияликдаги чизиқни тўғрилай-диган ўқ чизиғи (трасса).



10.9-расм. Қўшни эгри чизиқларни жойлашуви:
а - тескари эгри чизиқлар; б - вираж нишабликлари бир ҳил бўлганида бир томонли доиравий эгри чизиқларни бевосита туташтириш; в - вираж нишабликлари турлича бўлганидаги бир томонли эгри чизиқлар (иккита бурилиш бурчаги битта бурилиш бурчаги билан алмаштирилган анча муваффақиятли ечим пунктир билан кўрсатилган); г - кичик радиусли эгри чизиқни бевосита А нуқтада туташуви ўтиш эгри чизиқлари билан алмаштириш.

Бунда трассанинг олдиндан белгиланган йўналишини мумкин қадар сақлаб қолишга интилинади. Ҳосил қилинган эгри чизиқ айрим жойларда тўғриланади: ҳосил бўлган бурчакларга доиравий ва ўтиш эгри чизиқлари чизилади, бунинг учун харита масштабида кесилган шаффоф андазалардан ёки ЭҲМ дан фойдаланилади. ЭҲМ га горизонталлардаги белгиларнинг координаталари киритилади ва клотоид ёки сплайнлар ички чизиладиган дастурлардан фойдаланилади. Чунки дастлаб белгиланган тенг қияликларининг синиқ чизиғи бунда тўғриланиб, унинг қиялиги ортганганлигидан трасса йўналишини белгилашда қиялик белгиланадиган 10-15% кам қилиб олинади. Тепа ёнбағри бўйлаб ўтказилган трасса ўз йўналишини тез-тез ўзгартириб туради. Бурилиш бурчакларининг чўққилари асосан жой рельефига кўра аниқланади, бироқ планда қўшни эгриликларни жойлаштиришга хам боғлиқ. Шунинг учун горизонталлар чизилган план бўйича йўл ўтказиш жараёнида ҳамма

вақт ўтиш эгри чизиқларини ва бир нишабликка ўтишни жойлаштириш имкониятини текшириб туриш керак.

Қўшни эгри чизиқларни бирлаштириш ҳоллари 10.9 - расмда кўрсатилган.

10.6 Йўл ўқ чизиғини (трассани) аҳоли яшайдиган жойлар яқинида ўтказиш

Автомобил йўлларида ҳам маҳаллий, хам транзит юкларни ташиш бу йўлларни аҳоли яшайдиган оралиқ пунктлари билан боғлашни тақоза этади. Бунда транзит ҳаракатни ўтқазиб юбориш ва йўлни шаҳарнинг турли туманлари билан қулай боғлаш масалалари юзага келади.

I-III тоифали йўллар трассаларини ахоли яшайдиган пунктлар яқинида ўтказиш масаласини ҳамма вақт келиш йўллари қуриб, айланиб ўтиш фойдасига ҳал этиш маъқулдир. Транзит ҳаракатни аҳоли яшайдиган пункт орқали ўтказиш маҳаллий йўл ҳаракатини қийинлаштириб қўяди. Интенсив ҳаракатли йўл аҳоли яшайдиган пунктни бир-биридан ажратиб қўяди ва бу билан унинг хўжалик хаётини қийинлаштиради. Пиёдалар билан йўл-транспорт ҳодисалари хавфи ортади, кўча шовқини қучаяди ва автомобил двигателлари ишлаб чиқарган газлар билан ҳавонинг ифлосланиши ортади. Транзит ҳаракат билан кетаётган автомобилларнинг тезлиги аҳоли яшайдиган пункт чегарасида пасаяди; йўлга қараш, айниқса,қордан тозалаш қийинлашади.

I-III тоифали йўлларни, одатда кириш йўллари қуриб, ахоли яшайдиган пунктларни айланиб ўтадиган қилиб ўтказиш керак. Йўлдан аҳоли яшайдиган пунктни ривожлантириш бош режаси бўйича қурилишлар чегарасигача бўлган масофа камида 200 м бўлиши керак.

Аҳоли яшайдиган пункт чегарасида асосан транзит ҳаракатли йўл қурилишини доим муваққат тадбир деб қараш лозим. Айни бир вақтда транзит ҳаракатли йўлни шахарни айланиб ўтадиган қилиб

ўтказиш варианти кўзда тутилиши керак, бу иш ҳаракат жадаллиги ортганида амалга оширилиши зарур.

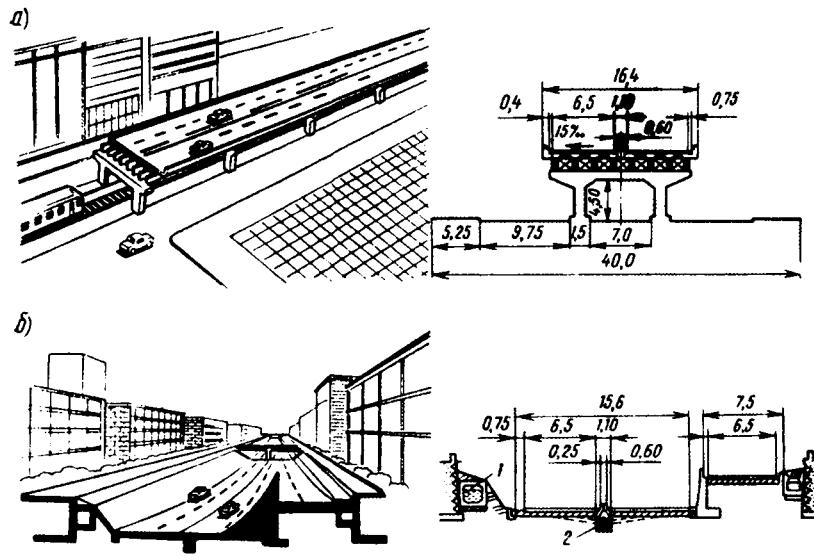
Аҳолиси бир неча юз минг бўлган шаҳарлар, одатда бир неча магистралларнинг кесишиш тугунлари ҳисобланади. Шаҳар чегарасига кирмасдан транзит ҳаракатни ўтказиб юбориш муаммоси билан бир қаторда аҳоли яшайдиган йирик пунктларда шаҳарга шаҳар атрофидан интенсив харакат оқимини киритиш тўғрисидаги мураккаблиги кам бўлмаган масала ҳам туғилади. Бир қанча мамлакатларда ўтказилган кузатиш натижаларини умумлаштириш умумий ҳаракат оқими $N_{тр}$ да (ахоли яшайдиган пунктлар W даги аҳоли сонидан % ҳисобида,) транзит автомобиллари улушининг қуйидаги боғлиқлигига олиб келади:

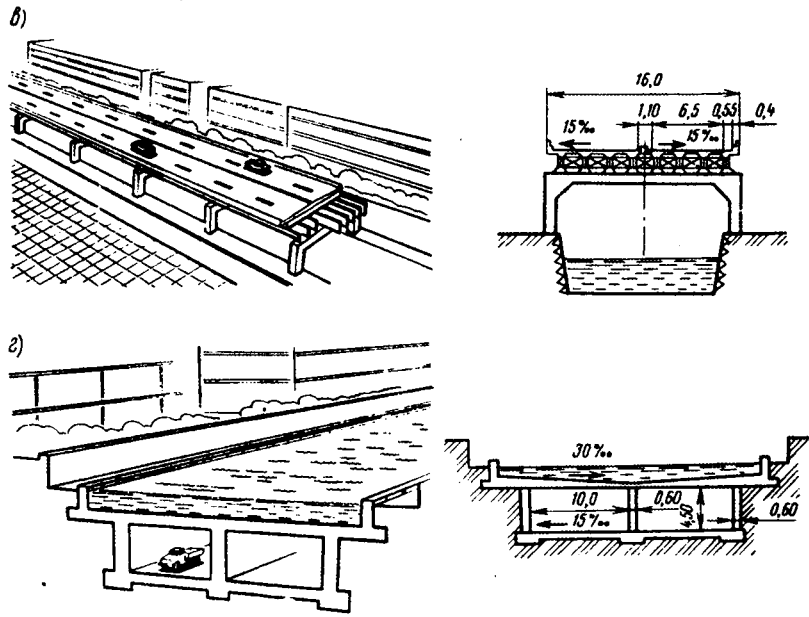
$$N_{тр} = 115 - 18\lg W$$

Трассани аҳоли яшайдиган йирик пунктга киритишда пунктнинг режасига, мавжуд транспорт тармоғининг ўрнига, саноат корхоналарининг жойлашувига, маъмурий-сийсий ва маданий-хўжалик мулоҳазаларга қараб, асосий кўчаларни кесиб ўтиш, шахар четидан ўтиб кесиб ўтиш ва режалаштирилган ҳудуд чегараларига уринма бўйича қўшилиш ҳоллари бўлиши мумкин. Ахолиси 300-500 минг бўлган шаҳарлар уларнинг режаланган чегараларига трассанинг уринма бўйича қўшилиши мақсадга мувофиқдир, бунда шаҳар билан боғланиш қулай бўлади ва ахоли учун транзит ҳаракатдан келадиган ноқулайликлар бартараф этилади.

Бир нечта автомобил йўллари кесишадиган, транспорт тугунлари ҳисобланган аҳоли яшайдиган пунктларда транзит ҳаракатни бартараф этиш учун айланиб ўтиш йўллари (ҳалқа йўллар) қурилади. Ҳалқа йўл трассаси, одатда, шаҳарнинг режалаштирилган ҳудудининг бевосита чегараси яқинида ётқизилади. Бу ҳолда халқа йўллар транзит ҳаракат шароитини яхшилабгина қолмасдан, билки шаҳар чеккалари орасида шахар ичида юк ташишларни ҳам енгиллаштиради, унинг марказий туманларида юк ташишни камайтиради, шаҳарнинг радиал магистралларидан юк ташишларнинг тахминан 2/3 қисмини четлатади, буларнинг йўл босиб ўтиш узунлиги ҳалқа узунлигинининг тахминан чорагини ташкил этади.

Катта шаҳарларда, шунингдек шаҳар марказларидан 10-20 км оралиқда турар жой бинолари ва завод иншоотлари қурилган саноат туманларида, йўловчиларни ва юкларни ташишга кўп вақт сарфланади. АҚШ ва Япониянинг бир қатор шаҳарларида марказий туманларнинг шаҳар чеккаси билан алоқасини яхшилаш мақсадида шаҳар магистрал йўллари (тезкор киритувчи йўллар) қурилган. Бу йўлларда шаҳарга қўшилган автомобил магистралларидан келадиган транспорт оқимлари, шунингдек, бир туман иккинчи туманга ёки шаҳар чеккасидан марказга келадиган транспорт оқимлари маҳаллий шаҳар ичра ҳаракатдан ажратиб қўйилади. Уларда шахар шароитларида трасса ўтказиш қийинлиги сабабли 60-80 км/соат тезликда тўхтовсиз ҳаракат қилиш мумкин. Бу шаҳар автогмобил магистраллари кўчалар тепасида эстакадлар бўйича ва дарёлар бўйлаб, ўймаларда (қазималарда), тоннелларда ҳамда дарёларнинг қуриган ўзанлари бўйлаб ётқизилади (10.10 - расм).





10.10 - расм. Тезкор шахар кўчаларининг конструктив ечимлари: а - кўча устидаги эстакада; б - дарёнинг қуритилган ўзани бўйича ўтказилган кўча; в - дарё устидан ўтказилган эстакада; г - дарё тагидан ўтказилган туннел; 1 - дарё тошқинини ўтказиб юборувчи кенг қувур (коллектор); 2 - сув оқими.

11-боб
БЎЙЛАМА ПРОФИЛНИ ЛОЙИҲАЛАШ

11.1 Лойиҳа чизиғини ўтказиш

Йўлларни лойиҳалашда уларда рухсат этилганидан ортиб кетмайдиган бўйлама нишабликлар, грунтли асос учун қулай сув-иссиқлик режими яратиш учун йўл сиртининг намлантириш манбалари (сизот сувлари ва баъзи жойларда сиртқи сувларнинг қўлмаклари) устидан баландлиги, шунингдек, йўл пойининг қор қоплами сатҳидан баландлиги (йўлни қор босмаслигини таъминлайди) кўзда тутилиши керак.

Бўйлама профилда йўл сиртининг ер сиртига нисбатан вазиятини белгилаш бўйлама профилни лойиҳалаш ёки лойиҳа чизиғини ўтказиш деб аталади.

Лойиҳа чизиғини ўтказишда қуйидагилар таъминланиши зарур:

бўйлама профилнинг равонлиги, рухсат этилган бўйлама нишаблик, етарлича кўринишлик булар автомобилларнинг юқори тезликларда юришига имкон беради;

йўл пойидан сувнинг четлатиши;

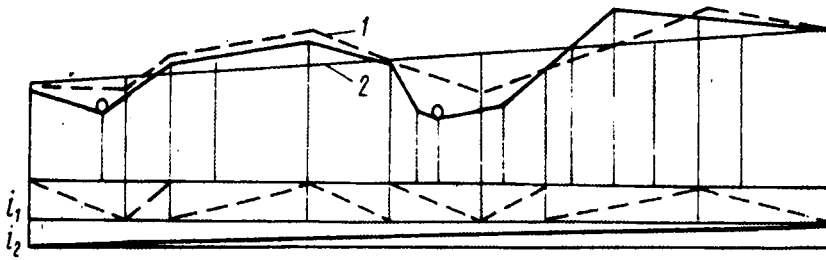
лойиҳа чизиғининг аррасимон кўринишда бўлмаслиги; лойиха чизиғи аррасимон кўринишда бўлганида «йўқотилган кўтарилишлар»-энкайишларга, кейин эса йўл бўлагининг кўтарилишига олиб келади,буларни босиб ўтганида автомобилларнинг двигателлари фойдасиз иш бажаради;

йўллар назорат нуқталаридан ўтаётганида кўрсатилган баландлик белгилари орқали ўтишлари керак, булар мавжуд йўлга туташган трассани боши ва охиридаги баландлик белгилари, юқори тоифали йўллар, темир йўл билан кесишиш белгилари, кўприклар қатнов қисмининг белгиси, сув босадиган жойларда йўл пойининг сув сатҳидан баландлик белгилари ва х.қ.

Лойиҳа чизиғини ўтказишнинг икки усули: ўровчи ва кесувчи чизиқлар сифатида лойиҳалаш усуллари бўлиши мумкин. (11.1 - расм.).

Ўровчи чизиқ бўйича лойиҳалашда лойиҳа чизиғи иложи борича ер сиртига параллел қилиб ўтказилади, бу қоидадан фақат рельефнинг ўнқир-чўнқир пастлик жойларида ва ер сирти бўйлама профилининг кескин бурилган жойлари яқин жойлашганда четга чиқилади. Текисликли ва кам тепаликли рельефда ўровчи чизиқ

сифатида лойиҳалаш яхши қуритиладиган йўл пойи ҳосил қилишга имкон беради.



11.1 - расм. Лойиҳа чизиғини ўтказиш:
1 - ўровчи бўйича; 2 - кесувчи бўйича.

Тепаликли ва кучли ўнқир-чўнқирли рельеф шароитларида лойиҳа чизиғи ўровчи сифатида лойиҳаланганида йўлнинг бўйлама профили нотекис бўлиб чиқади (11.1 - расмдаги 1 ва i_1). Автомобил йўлда ҳаракатланганида узлуксиз равишда дам кўтарилади ва дам пастга тушади, натижада ёнилғи ортиқча сарфланади ва ташиш тезликлари камаяди.

Бу ҳолда ҳаракат интенсив бўлганида ва тупроқ-геологик шароитлар қулай бўлганида кесувчи чизиқ сифатида лойиҳалаш анча маъқул ҳисобланади (11.1 - расмдаги 2 ва i_2), бунда тепаликлар кесилади ва улардан чиққан грунт пастлик жойлардаги кўтармаларга тўкилади. Лойиҳа чизиқнинг вазияти иложи борича қўшни кўтармалар ва ўймаларда ер қазиш ишлари балансини таъминлаши, яъни ўймалардан чиққан грунтни бўйламасига суриб кўтармаларга тўкиш учун фойдаланиш зарур. Лойиха чизиғининг бундай ўтказилиши темир йўллар ва юқори тоифали автомобил йўллари учун характерлидир.

Авваллари ўровчи чизиқ сифатида лойиҳалаш, одатда, йўл ёнидаги резервлардан кўтарма кўтариш билан қўшиб олиб борилар эди, бунда грунтни силжитиш масофаси қисқа бўлганлигидан ер қазиш ишлари қийматини камайтиришга имкон берарди. Ҳозирги вақтда ҳайдаладиган ерларни йўл учун ажратиш чекланганлиги сабабли бундай усул билан ишлаб бўлмайди ва йўл пойини узоқ масофалардан ноқулай ерлардаги грунт конларидан махсус келтириладиган грунтдан кўтарилади.

11.2 Бўйлама профилни лойиҳалаш кетма-кетлиги

Трассанинг бўйлама профилида лойиҳа чизиғини ўтказиш назорат баландлик нуқталарини белгилаш ва грунт хамда гидрологик шароитларга қараб турли участкаларда йўл қопламаси пастининг зарур кўтарилишини аниқлашдан бошланади. Шундан кейин бўйлама профилнинг масштабида чизилган андазалардан фойдаланиб, лойиҳа чизиғининг вазияти хомаки белгиланади, бу андазалар профилда турли бўйлама қияликликлардаги чизиқларнинг қияликини ҳамда радиуслари турлича бўлган вертикал эгри чизиқларни кўрсатади.. Лойиҳа чизиғини кесувчи бўйича ўтказишда қўшни кўтарма ва ўйма ҳажмларининг бир-бирини қоплашига интилиш керак. Иш белгиларининг тенг қийматларида ўйманинг кўндаланг профили кўтарма профилига қараганда катта бўлиб чиқиши сабабли лойиҳа чизиғини шундай жойлаштириш зарурки, бўйлама профилда ўйма жойларнинг майдони кўтарма майдонидан 25-30% кам бўлсин.

Ишчи белгилари маҳаллий грунт ва гидрологик шароитлар бўйича талаб этиладиган минимал белгилардан 20-30 см дан кўп ортиб кетмаслиги керак.

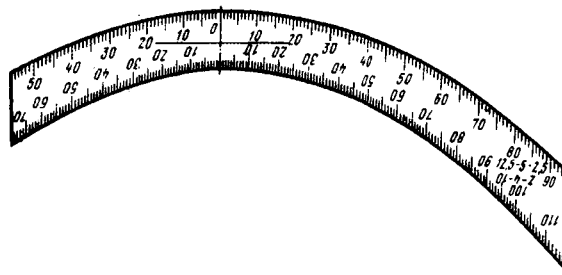
Бўйлама профил лойиҳа чизиғи синган жойда қияликликларнинг алгебраик фарқи I ва II тоифали йўлларда 5‰ ва ундан ортиқ, III тоифали йўлларда 10‰ ва ундан ортиқ, IV,V даражали йўлларда 20‰ ва ундан ортиқ бўлса, бўйлама профилда эгри чизиқ лойиҳаланиши лозим.

Хавфсиз ҳаракатни таъминлаш учун бўйлама профил элементлари белгиланаётганда, асосий кўрсаткичлар сифатида қуйидагилар қабул қилиниши керак:

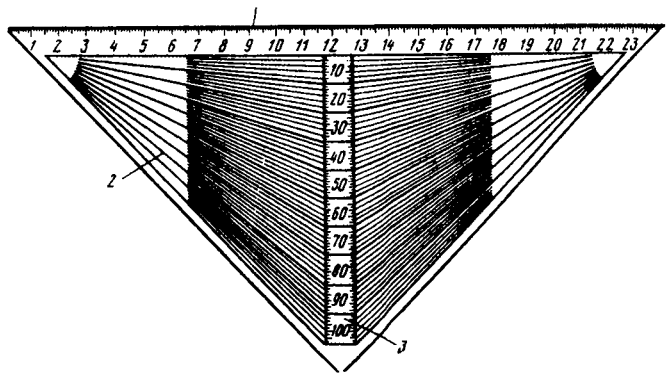
- бўйлама профилдаги эгри чизиқларининг радиуслари:
- қабариқда ками билан 7000 м;
- ботиқда ками билан 8000 м;
- бўйлама профилда эгри чизиқларнинг узунлиги:
- қабариқда ками билан 300 м;
- ботиқда ками билан 100 м.

Лойиҳа чизиғининг вазиятини белгилашда унинг жой микрорельефига мос келувчи тез-тез синишларидан қочиш керак. Айниқса, кўтарилишлар ва пасайишлар (энкайишлар) тез-тез алмашиниб турадиган участкалар (аррасимон бўйлама профил)номақбул хисобланади. Шу билан бирга қияликлари

ўзгармайдиган узун участкаларни сунъий равишда киритмаслик керак, чунки уларни қуриш учун ортиқча ер қазиш ишларини бажаришга тўғри келади. Бундай жойларда лойиҳа чизиғини ернинг табиий сиртига параллел бўлган, жуда катта радиусли (100 000-200 000 м) ўровчи вертикал эгри чизиқлар кўринишида ўтказиш бирмунча мақсадга мувофиқдир.



11.2-расм. Бўйлама профилни вертикал эгри чизиқлар билан лойиҳалаш учун андаза.



11.3-расм. Бўйлама профилнинг тўғри чизиқли жойлари учун андаза («қияликлар учбурчаги»):
1 - учбурчакнинг ишчи томони; 2 - нурлар-қияликлар; 3 - вертикал шкала.

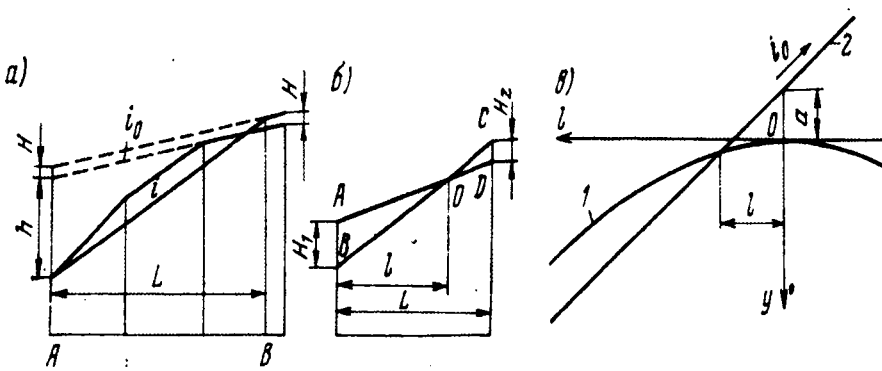
Лойиҳа чизиғи вертикал эгри чизиқлар билан лойиҳаланганида миллиметрли коғозга чизилган жой профилига турли радиусли вертикал эгри чизиқларнинг шаффоф андазалари қўйилади, бу андазалар бўйлама профил масштабларида қирқилган бўлади (1:5000

ва 1:500 текислик жойларда ва 1: 2000 ва 1: 200 тоғлик жойларда). Андазанинг периметри бўйлаб (11.2 - расм), қияликлари мингдан бир бутун сонларга тенг бўлган тўғри чизиқлар уринган жойларни кўрсатувчи нуқталар штрихлар билан белгиланган. Миллиметрли қоғозда ишлаш вақтида мўлжални тўғри олиш учун андозаларда горизонтал ва вертикал чизиқлар ҳам бор. Лойиҳа чизиғининг тўғри чизиқли қисмлари қияликлар уч бурчаги ёрдамида белгиланади (11.3 - расм). Бу учбурчакда бўйлама профилларнинг горизонтал ва вертикал масштабларидаги фарқни ҳисобга олиш учун 10 карра катталаштирилган чизиқлар чизилган, улар турли қияликларга эга.

Қўлда хомаки чизилган лойиҳа чизиғига вертикал эгри чизиқлар чизилади, бунда эгри чизиқлар радиусини ва бўйлама қияликларни танлашда ер қазиш ишларининг энг кам бўлишига интилиш керак. Мураккаб шароитларида бир канча вариантлар белгиланиб, улардан таққослаш йўли билан энг яхшиси танланади.

Лойиҳалашнинг иккинчи босқичи лойиҳа чизиғи элементларининг охирини ўзаро аниқ боғлашдан иборат- барча вертикал эгри чизиқлар чўққиларининг координаталари, қўшни эгри чизиқли ва тўғри чизиқли участкаларнинг туташиш нуқталари, қияликлари, вертикал эгри чизиқларни туташтирувчи тўғри чизиқлар ва х.к. аниқланади. Ҳисоблашлар ёрдамчи жадваллардан фойдаланиладиган ҳолда, бир элементдан иккинчи элементга кетма-кет ўтиб олиб борилади. Рельефнинг мураккаб шароитларида, навбатма-навбат келадиган катта ўймалар ва кўтармалар бўлганида лойиҳа чизиғининг яхши вазиятини топиш учун ўзаро туташувчи бир нечта элементлардан ҳосил бўлган «занжирлар» нинг бир қанча вариантлари таққосланади.

Андазаларсиз тўғри участкалар тарзида лойиҳалашда, лойиҳа чизиғининг вазиятини хомаки белгилаб, бўйлама профилнинг кескин бўрилган жойларидаги лойиҳа белгилари ҳисобланади ва қияликлар аниқлаштирилади, бунда ишчи белгилари ўзгартирилганда, лойиҳа чизиғининг қиялики бутун мингликларда ифодаланиши лозим. Лойиҳа чизиғининг кескин ўзгарган жойлардаги қияликлар ва ишчи белгиларлари ўзаро мувофиқлаштирилгач оралиқ лойиҳа ва иш белгилари аниқланади ҳамда вертикал эгри чизиқлар киритиб чизилади. Агар ҳосил қилинган ишчи белгилари кўнгилдагидек чиқмаса ва масалан, оралиқ нуқталарда йўл қопламаси пастининг намлантириш манбалари сатҳидан зарур баландлигига риоя қилинмаса ёки йўл анча узун масофада саёз ўймалардан ўтса, бўйлама қиялик ва бошланғич иш белгилари ўзгартирилади.



11.4-расм. Лойиҳа чизиғини ўзгармас нишаб билан ўтказишда ечиладиган масалалар:
а - берилган бўйлама нишабликка эга бўлган чизиқнинг сиртга чиқиш жойини аниқлаш; б - бўйлама профилнинг тўғри чизиқли қисмида ўймадан кўтармага ўтиш нуқтасини топиш; в - шунинг ўзи вертикал эгри чизиқли қисмида; 1 - бўйлама профил чизиғи; 2 - ер сирти чизиғи.

Лойиҳа чизиғини ўтказиш жараёнида қуйидаги хусусий масалаларни ечишга тўғри келади.

1.Берилган бўйлама қиялик i га эга бўлган лойиҳа чизиғининг сиртга чиқиш жойини аниқлаш (11.4 - расм, а).

Аввал бўйлама профил бўйича олиб қаралганда лойиҳа чизиғи сиртга чиқадиган жойда грунт сиртининг бўйлама нишаби i_0 ҳисобланади. Сўнгра бу қияликнинг давомида кўтарилиш бошланаётган А нуқтада сохта белги h топилади. Бу белгига йўл қопламининг кўндаланг профилдаги энг паст жойи В нуқтада талаб этилган кўтарилишни қўшиб, кўтариладиган жойнинг узунлиги аниқланади:

$$L = \frac{h+H}{i-i_o}, \qquad (11.1)$$

2.Ўймадан кўтармага ўтиш нуқталари топилади (11.4 - расм, б). Участканинг бошидан лойиҳа чизиғи ўймадан кўтармага (ёки аксинча) ўтадиган ℓ масофа АВО ва ОСД учбурчакларнинг ўхшашлигидан аниқланади:

$$\frac{H_2}{L-l} = \frac{H_1}{l}, \qquad (11.2)$$

бу ерда H_2, H_1-участканинг бошида ва охиридаги иш белгилари, м; L-лойиҳа чизиғи ва ер сирти ўзгармас қияликларга эга бўлган участканинг узунлиги ,м.

11.2 формуладан қўйидагини ҳосил қиламиз:

$$l = \frac{H_1 L}{H_1 + H_2}, \qquad (11.3)$$

Чизиқни вертикал эгри бўйлаб ўтқазишда ер сирти билан кесишиш нуқтаси (11.4 - расм, в) вертикал эгри чизиқ тенгламаси $y = \ell^2/(2R)$ ва бўйлама профилдаги ер сирти чизиғи тенгламаси $y = a - i_0 \ell$ ни биргаликда ечиш йўли билан топилиши мумкин (бу ерда i_0 - ер сиртининг қиялиги). Бунда қидирилаётган боғликликни топамиз:

$$l = Ri_o \pm \sqrt{R^2 i_o^2 - 2Ra} \qquad (11.4)$$

Ҳисоблаш техникасининг ривожланиши автомобил йўлларининг бўйлама профилини электрон ҳисоблаш машиналарида лойиҳалаш имкониятини яратади. Лойиҳалаш ташкилотлари бўйлама профилни дастурлардан фойдаланиб лойиҳаламоқдалар, бу дастурлар ЭҲМ да лойиҳа чизиғининг энг мақбул (яъни ер ишларининг минимумини, ҳисобий автомобилнинг энг катта ўртача тезлигини таъминловчи) вариантини аниқлашга имкон беради. ЭҲМ лар сиртнинг профили, қатъий белгиланган нуқталарнинг белгилари (темир йўл билан кесишиш нуқталари), белгилари аниқ кўрсатилган нуқталар киритилади. Бу нуқталарнинг белгиси фақат орттирилиши (кўприкларнинг қатнов қисми) ёки камайтирилиши (йўл ўтказғичлар остидаги қатнов қисми) мумкин. ЭҲМ лойиҳа чизиғига (вертикал эгрилар радиусига, бўйлама қияликликларга) қуйилган талабларни қаноатлантирувчи белгиларни хисоблаб беради. Бу ҳолда лойиҳаловчининг ижодий роли бўйлама профилнинг кўринишини дастлабки белгилаб беришдан иборат бўлади, буни оптималлаштиришни ЭҲМ берилган мезон бўйича бажаради.

11.3 Лойиҳа чизиғини ўтказишда назорат нуқталарни белгилаш

Лойиҳа чизиғининг назорат баландлик нуқталаридан юқоридаги белгилари бўйлама профилни лойиҳалашдан олдин тайинланган бўлиши керак. Сиртқи сувлар узоқ муддат туриб қоладиган ва сизот сувлари сатҳи баланд бўлган жойларда кўндаланг профилнинг энг

паст жойида йўл қопламаси сиртининг кўтарилиб туриши 7.7 - параграфга асосан белгиланади.

Анча кўп миқдорда қор босадиган очиқ жойларда йўлларни қордан тозалаш осон бўлиши учун йўл пойи четини қор қопламининг сиртидан 0,4-1,2 м баланд қилиб олиш тавсия этилади (7.7 - п. га қ.).

Сунъий иншоотлар ёнидаги жойларда лойиха чизиғининг белгиларини тайинлаш ва чизиқни ўтказиш анча мураккаб иш. Лойиҳа чизиғининг вазияти кўприкга ёндош кўтармаларни сув босмаслигини, шунингдек, баланд сувларни ўтказиш даврида иншоотнинг тўсқинликсиз ишлашини таъминлаш учун сув сатҳидан кўприқ равоғи таг қисмининг баландлигини таъминлаб бериши зарур.

Сунъий иншоотнинг ўзаннинг пасайган жойлари устидан баландлиги қуйидаги катталикларнинг йиғиндисидан иборат бўлади:

оқаётган сувнинг иншоотга кириш олдидаги кўтарилишини ҳисобга олган холдаги чуқурлиги у;

кўтарилган сув сатҳи билан кўприк равоғининг пастки қисми орасидаги бўш оралиқ z;

кичик сунъий иншоотларда бўш оралиқ оқиб қолаётган нарсаларни хавфсиз ўтказиб юборишни ва тошқин вақтида кўприк равоғини сув босмаслигини, кема юрадиган дарёларда эса кемаларни ўтказиб юборишни таъминлаши зарур;

кўприк равоғи баландлиги, қувурлар учун эса қувур устига тўкилган грунт қалинлиги қувур деворининг қалинлиги билан бирга.

Кайирларда кўтарманинг баландлиги сувнинг кўтарилган сатҳининг жойлашувидан келиб чиқиб белгиланади. Тошқин вақтида катта майдонларни сув босадиган ва тўлқин ҳосил бўлиши мумкин бўлган катта дарёларда кўтарма четининг белгиси тўлқин устидан баланд туриш нуқтаи назаридан тайинланиши зарур (2 - қисм, 21.2 параграфга қ.).

Кичик ва ўртача сунъий иншоотларни лойихалашда лойиҳа чизиғининг равонлигини таъминлаш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади.

1.Кўприк бўйлама қияликда жойлаштирилади (11.5 - расм, а). Агар кўприк қопламаси кўприкка кириш йўлларнинг қопламасига ўхшаш бўлса, у ҳолда кўприкнинг максимал бўйлама қиялиги кириш йўлларинiки каби бўлиши керак, ёғоч тўшамалар ётқизишда кўприкдаги қатнов қисмининг бўйлама қиялиги тахталар бўйламасига ётқизилганда 20‰ дан ва кўндалангига ётқизилганда 30‰ дан ошмаслиги керак. Бўйлама қияликлари катта йўл участкаларда жойлашган кичик кўприклар баъзан водийларнинг

қирғоқларидан бирига сурилади, бунда сув оқимининг сунъий ўзани қурилади. Бўйлама қияликли жойдаги кўприкнинг ҳар икки томони бирор масофага давом эттирилиши керак.

2.Кўприк вертикал эгри чизиқда жойлашганда лойиҳа чизиғи кўприк яқинида синмайдиган қилиб жойлаштирилади; лойиҳа чизиғининг бундай синиши одатда кўприк горизонтал майдончаларда қурилганида албатта юз беради (11.5 - расм, б).

3.Кўприк остида ўзан чуқурлаштирилади. Бундай қарорга келиш зарурати текислик жойларда кучсиз ўнқир-чўнқирли тальвегларни кесиб ўтишда юзага келади, булардаги оқаётган сувнинг маиший чуқурлиги 20-30 см дан ошмайди. Сув сарфининг ҳаммаси ва ёки унинг катта қисми кўприк остидаги ариқдан ўтказиб юборилади. Ўзанни чуқурлаштириш учун сойнинг қиялиги ариққа шундай бўйлама қияликни беришга имкон бериши керакки, бунда ўзанни лой босмаслиги, ариқни эса кўприк якинидаги юзага чиқаришга имконият яратилиши керак.

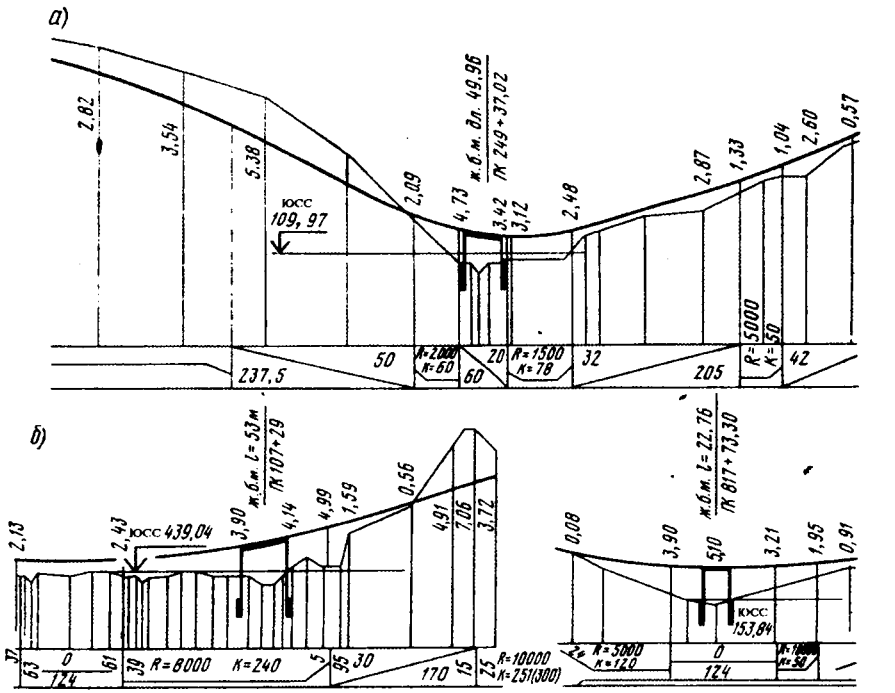
4.Сунъий иншоотларнинг ишчи белгилари пасайтирилади. Бу ечимга кўприк тешигини ва оқиш чуқурлигини камайтиришни, шунингдек, кўтарилган сатҳ баландлигини камайтиришни таъминлайди, ёки катта диаметрли битта қувурни бир нечта кичик қувурлар билан алмаштириш йўли билан эришилади.

Тор ва чуқур жарлардан ўтадиган жойларда кўтармаларни лойиҳалашда сунъий иншоот қуриладиган жойнинг (кўтармалар ва ўймаларнинг хажмлари тенг деган мулоҳазалар билан аниқланадиган)ишчи белгилари баланд сувларни ўтказиш учун зарур бўлган энг кам кўтарма баландлигидан одатда катта бўлиб чиқади. Баланд кўприклар конусли қилиб қурилганлиги ва уларнинг узунлиги тўшама бўйича баландлик ортиши билан анча узайиши сабабли тор ва чуқур жарлардан ўтишда қувурлар ётқизиш энг мақсадга мувофиқ ечимдир, бироқ бунда қувурларнинг сел оқизиб келган нарсалар ёки жала оқимлари оқизиб келган нарсалар билан тиқилиб қолиш хавфи бўлмаслиги керак (11.6 - расм).

Кема юрадиган катта дарёларни кесиб ўтиш жойларида кўприкнинг қатнов қисмининг кўприкка кириш йўлидаги кўтармалардан баландлиги-кўтарилиб туриши муқаррардир, акс холда кўтармалар жуда баланд бўлган бўларди. Бу ҳолда лойиҳа чизиғи кўприкка кириш равонлигини таъминлаши керак. Бунинг учун кўприкка ёндош кўтарманинг қиялиги кўпи билан 30‰ қабул қилинади, кўтарилиш охири ва кўприкнинг бошланиши орасига горизонтал майдонча қилинади, у вертикал эгри чизиқларнинг

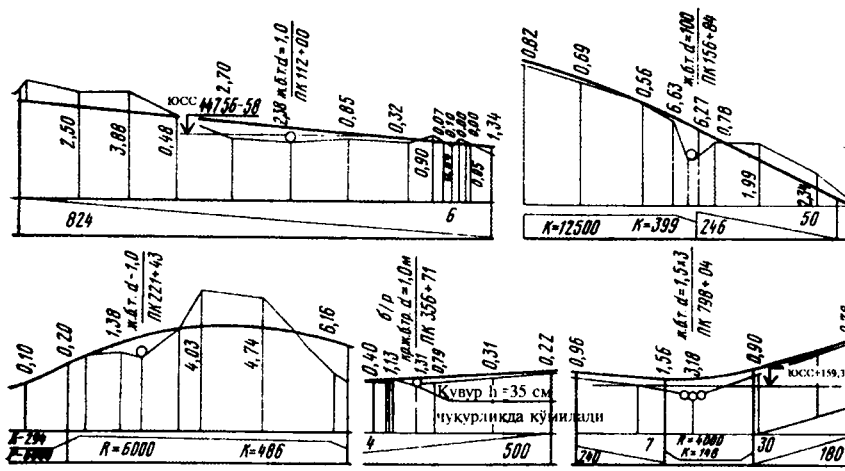
тангенсини жойлаштириш учун етарли бўлади. Қайирда пролётли қилиб курилган катта кўприкларда кема юрадиган қисмда зарур бўлган қўшимча кўтарилиш бўйлама қияликда қайир пролётлари куриш йўли билан таъминланади.

Лойиҳа чизиғининг вазияти, шунингдек, сувни ён ариқлар ва резервлар бўйлаб узлуксиз оқизиб туришни таъминлаши керак. Ҳар қайси ариқнинг бутун узунлигига -сув айрғичдан сунъий иншоотга чиқиш жойигача ёки ариқларда сувни ташлаш жойигача ариқларнинг қиялиги бир томонга йўналган бўлиши керак. У сувнинг тўхтаб қолмасдан эркин оқишини таъминлаши зарур. Бунинг учун ўт босадиган ва даврий ишлайдиган йўл ариқларининг қиялиги камида 5‰ бўлиши керак. Фақат айрим холларда, сув четлатиш жуда қийин бўлган текислик шароитларида,буйлама қияликни 3‰ гача камайтиришга рухсат берилади. Сувни ариқлардан паст жойларга - йўлдан четки паст жойларга оқизиб юборишнинг хар бир имкониятидан фойдаланиш зарур, бунинг учун тегишли жойларда қиялиги камида 2‰ бўлган четлатиш ўзанлари қурилади.



11.5-расм. Кичик кўприкларда лойиҳа чизиғини ўтказиш мисоллари.

Айрим қисқа горизонтал майдонларда, асосан сув айирғичларда, сувни четлатиш учун йўл четига параллел бўлмаган ва сув оқиши учун энг кам қияликка эга бўлган ёнаки чуқур ариқлар қўзда тутилиши мумкин. Сув айирғичдан узоқлашишган сари ариқларнинг чуқурлиги ортади.



11.6 - расм. Қувурлар устидан лойиҳа чизиғини ўтказиш мисоллари.

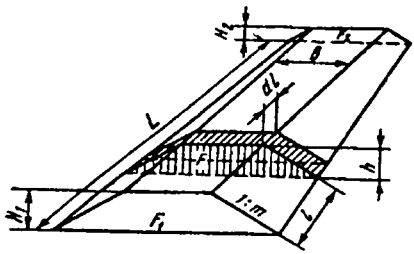
Шунинг учун ариқларни грунт ва гидрологик шароитлар буйича қабул қилинган нормал чуқурлигидан қушимча равишда 0,6 м дан ортиқ чуқурлаштиришдан қочиш керак, чунки кияликлар 1:1,5 нисбатида ётқизилганида ҳам чуқурлиги 1-1,2 м бўлган ариқнинг эни тепаси буйича 3,5-4,м булади. Жойнинг кўндаланг қиялигида буйлама профилнинг пасайган жойларида тепадаги йул ёнидаги ариқ тўлиб-тошиб кетмаслиги учун ҳисобланмаган қувурлар даврий равишда ётқизилади, улар юқоридаги ариқдан пастдаги ариққа сув утказиш учун хизмат қилади. Сувни ёнаки ариқлардаи бир томонига ёки сунъий иншоотларга оқизиш камида 500 м оралатиб амалга оширилиши маъқулдир.

11.4 Кўтармалар ва ўймалар хажми

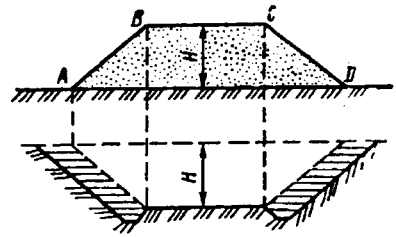
Ишларни ташкил этиш, йўл машиналари турини танлаш ва қурилиш қийматини аниқлаш учун айрим участкаларда ва умуман

йўлда йўл пойини кўтариш учун зарур бўлган ер қазиш ишлари ҳажмлари аниқланиши керак. Ер қазиш ишлари бўйлама профилда ёзилган ишчи белгилари асосида ҳисобланади.

Бўйлама профилнинг икки кетма-кет синган жойлари оралиғидаги кўтарманинг қисқа участкасини, жойнинг кўндаланг қиялиги бўлмаганида, мунтазам геометрик жисм-асослари трапециясимон бўлган призматоид деб қараш мумкин (11.7 - расм).



11.7-расм. Грунт сирти горизонтал бўлганда кўтарма ва ўймалар ҳажмини аниқлашга оид схема.



11.8-расм. Ишчи белгилари бир ҳил бўлган кўтарма ва ўйма ҳажмларидаги фарқ.

Призматоиднинг ҳажмини аниқлаш учун унинг учларининг биридан ℓ масофада қалинлиги $d\ell$ бўлган вертикал қатлам ажратамиз. Бу жойда ишчи белгиси h га тенг.

Элементар қатламнинг ҳажми

$$dV = Fdl = (B + mh)hdl \qquad (11.5)$$

бу ерда B - йўл пойининг тепаси бўйича эни; m - қияликларнинг ётқизилиш коэффициенти.

Призматоиднинг тўла ҳажми

$$V_{пр} = \int_0^L (B + mh)hdl \qquad (11.6)$$

Кўрилаётган нуқтада кўтарманинг баландлиги

$$h = H_1 - \frac{H_1 - H_2}{L} l,$$

бу ерда L - призматоиднинг узунлиги.

(11.6) тенгламага h нинг қийматини қуйиб ва уни 0 дан L гача чегарада интегралласак, анча катта кўп хадли тенглама ҳосил бўлади. Уни охирги профилларнинг майдонлари

$$F_1 = (B + mH_1)H_1 \quad ва \quad F_2 = (B + mH_2)H_2 \qquad (11.7)$$

ни ҳисобга олиб ўзгартирсак, қуйидаги ифода ҳосил бўлади

$$V_{пр} = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)}{2}\right]L$$

Агар призматоиднинг ўртасида майдон профилини $F_{ур} = (B + mH_{ур})H_{ур}$ деб белгиласак (бу ерда $H_{ур}=(H_1+H_2)/2$), у ҳолда ифода қуйидаги кўринишни олади

$$V_{пр} = \left[F_{ур} + \frac{m(H_1 - H_2)}{12}\right]L \qquad (11.8)$$

(11.7) ва (11.8) ифодаларда иккинчи ҳадлари биринчи ҳадларига қараганда кичик. Шунинг учун уларни Н1 ва Н2 белгиларнинг фарқи 1 м дан ортиқ бўлганидагина ҳисобга олиш керак. Қўшни белгилар фарқи кам бўлганида ер қазиш ишларини аниқлаш учун соддалаштирилган қўйидаги ифодалардан фойдала ниш мумкин:

$$V_{пр} = \frac{F_1 + F_2}{2}L; \qquad (11.9)$$

$$V_{пр} = F_{ур}L \qquad (11.10)$$

Буларнинг биринчиси ер қазиш ишлари ҳажмининг оширилган қийматини, иккинчиси камайтирилган қийматининг беради. (11.9) ва (11.10) тенгламалар кўтармалар ва ўймалар ҳажмини аниқлаш учун бир хилда яроқлидир.

Бироқ ишчи белгилари тенг бўлганида ва қатнов қисмларининг ҳамда йўл четларининг кенгликлари тенг бўлганида ё ариқлар мавжудлиги туфайли пайдо бўлган қўшимча ҳажм ҳисобига ўймалар ҳажми кўтармалар ҳажмидан катта бўлади (11.8 - расм).

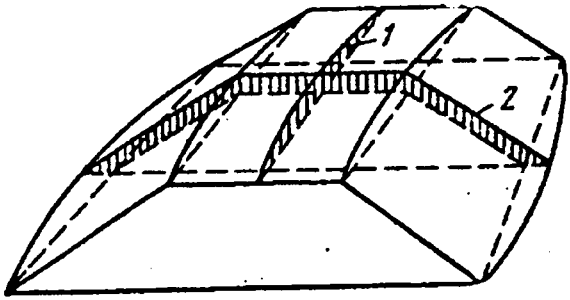
Қўриб чиқилган формулалар йўлнинг пландаги ва профилдаги тўғри чизиқли участкаларига таалуқлидир.

Йўлларнинг замонавий усулларда планда клотоид эгри чизиқлар ва бўйлама профилда вертикал эгри чизиқлар билан ўтказишда (12.4 - параграфга қ.)йўлнинг ўқи эгри чизиқли бўлиб чиқади.

Планда йўлнинг эгрилиги текислик жойларда ер қазиш ишлари ҳажмига таъсир қилмайди. Гюльден теоремасига асосан айланиш

жисмининг ҳажми унинг профил юзининг оғирлик траекторияси узунлигига кўпайтмасига тенг.

Жойнинг кўндаланг қиялиги бўлмаганида йўл пойининг оғирлик маркази унинг трасса узунлиги ўлчанадиган ўқида жойлашади.



11.9-расм. Вертикал эгрилар қисмларида ер қазиш ишларини ҳисоблашда назарга олинмайдиган хажмлар:
1 - бўйлама профилда назарга олинмайдиган юза; 2 - кўндаланг профилда назарга олинмайдиган юза.

Катта кўрсаткичли клотоидаларнинг эгрилик радиуслари равон ўзгарганлиги сабабли ер қазиш ишлари ҳажми ҳисобланаётган қисқа участка чегарасида эгрилик радиуси ўзгармайди,

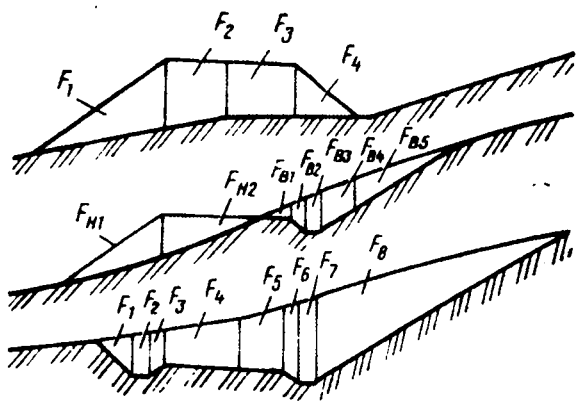
Бўйлама профилда эгриликни ҳисобга олиш лозим (11.9 - расм). Акс ҳолда профиллар орасидаги жой узун бўлганда катта хатоликлар юзага келиши мумкин.

Тузатишлар киритиш учун қулай жадваллар ишлаб чиқилмаган. Шунинг учун эгрилик ҳисоблаш натижаларига катта хатоликлар киритиши мумкин бўлган жойларда участкаларнинг узунлигини кўпи билан 50 м қабул қилиш керак.

11.5 Ер қазиш ишлари ҳажмини ҳисоблаш

Ер қазиш ишлари ҳажмини ҳисоблаш учун лойиҳалаш ташкилотлари йўл пойининг турли энлари учун (11.10) тенглама бўйича тузилган махсус жадваллардан фойдаланадилар. Одатда жадвалларда иш белгилари йиғиндиси H_1+H_2 нинг турли қийматлари учун участканинг турли узунликларида йўл пойи хажмларининг қийматлари берилади. Ҳисоблашларни осонлаштириш учун ён ариқлар ҳажми ўймалар ҳажмига қушилади. Кўтармаларни ҳисоблашда ариқлар ҳажми қўшимча равишда махсус жадваллар бўйича ҳисобга олинади.

Ҳозирги вақтда ер қазиш ишлари ҳажмлари лойиҳалаш ташкилотларида ЭҲМ ларда ҳисобланади, улар ҳисоблашларни тезлаштиради, қўлда ҳисоблашда тез-тез содир бўладиган хатоликларга йўл қуйилмайди.



11.10-расм. Тоғ ён бағирдаги йўл пойининг кўндаланг профиллари.

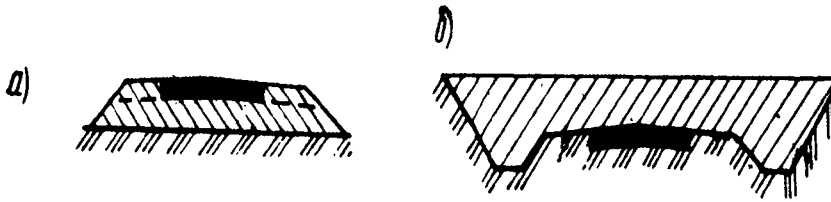
Жойнинг 100%о дан кам кўндаланг қиялиги ишларнинг ҳажмига кам таъсир этади ва ҳисоблашларда назарга олинмайди. Адрларда ер қазиш ишлари (11.9) тенглама билан аниқланади. Ҳисоблаш учун йўл пойининг кўндаланг профили характерли нуқталарда чизилиши керак (11.10 - расм). Ўймаларнинг ва кўтарма қисмининг майдонлари планиметр билан айлантириб чиқиб ёки мураккаб профилни оддий шаклларга бўлиб чиқиш йўли билан ўлчанади.

Тўшамаси бўйича узунлиги 4 м дан кам бўлган кўприклар ва қувурлар ер қизиш ишларини ҳисоблашда соддалаштириш учун ҳисобга олинмайди, яъни улар тупроқ тўлган билан деб ҳисобланади.

Йўл қуришда бажарилиши зарур бўлган ер қазиш ҳажмини аниқ ҳисоблаш учун формулалар билан ҳисоблаб топилган ҳажмларга тузатишлар киритиш керак. Бу тузатишлар қуйидагиларни ҳисобга олади: қўшни белгилар тафовутининг таъсирини (агар тафовут 1 м дан ортиқ бўлса), ўсимлик ўсган грунтни олиб ташлаш, сунъий иншоотларда конусларни тўлдириш бўйича ер қазиш ишлари ҳажмини; тайёр йўлда йўл тўшамасини ҳажмларини (йўл тўшамасига тузатиш ҳажми); табиий шароитларда ётган грунт ва сунъий зичланган кўтармалар грунтининг зичликларидаги фарқларни; кучсиз асосларда (торф, юмшоқ грунтларда) кўтарманинг чўкишини. Бундан

ташқари, қўшимча ва лойиҳада кўрсатилмаган ишларга ер қазиш ишларининг умумий ҳажмига 1,05-1,10 тузатиш коэффициенти киритилади.

Йўл қопламасини ётқизишга тузатишлар киритишда йўл ёқасига грунт тўкиш усуллари ҳисобга олинади. Бу тузатмани кўтарма ҳажмини ҳисоблашда манфий ишора билан олинади, чунки ишлар йўл копламаси эгаллаган ҳажм қадар камаяди (11.11 - расм, а). Ўймаларда йўл копмамасини ётқизишга киритиладиган тузатма, аксинча, ер қазиш ишлари ҳажмини кўпайтиради, шунинг учун мусбат ишора билан киритилади (11.11 - расм, б).

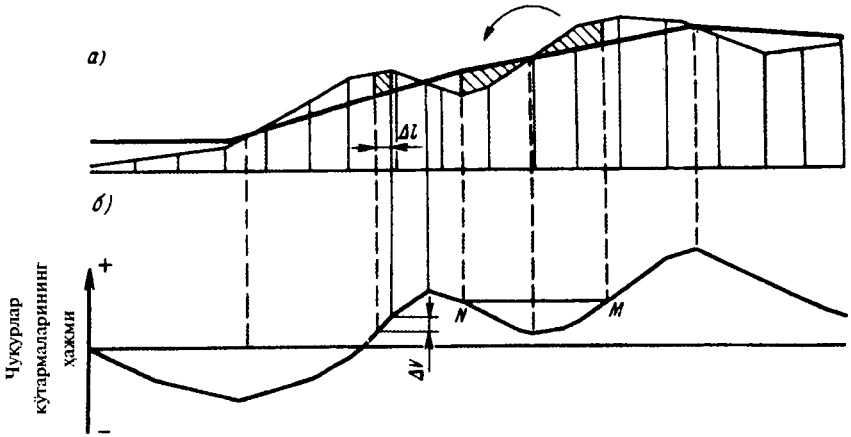


11.11-расм. Йўл тўшамасини қуришда тузатмани ҳисобга олувчи схема: а - кўтармаларда йўл ёқаларига грунт тўлатилади; б - ўймалар ичида охурсимон (корыта) чуқурлик ясалади.

Кўтармаларда грунтнинг сунъий зичланишига тузатишлар киритиш шу билан боғликки, йўл пойининг мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш учун грунтнинг талаб этилган зичлиги табиий ётган грунтнинг зичлигидан катта бўлиши керак. Шунинг учун кўтармалар ҳажми, одатда, шу кўтармаларга тўкиш учун грунт олинаётган резервлар ҳажмидан кичик бўлади. Тузатиш коэффициентларининг қийматларини табиий ётган грунт зичлигини йўл пойидаги грунтнинг зичлигига таққослаш орқали аниқлаш мумкин.

11.6 Грунтларни ташиш узоқлигини аниқлаш

Рельеф ўнқир-чўнқир бўлиб, кўтармалар ва уймалар алмашиниб келган шароитларда йўл пойи бир қанча усуллар билан кўтарилиши мумкин: ўймалар қазишда чиққан грунтни кўтармага тўкиш (бўйлама ташиш); кўтарма учун грунтларни четда жойлашган карьер ёки резерлардан олиш, ўймалардан чиққан грунтни эса четга - пастлик жойларга ёки ағдармаларга олиб бориш тўкиш (кўндаланг ташиш).



11.12-расм. Грунтнинг тақсимланиш графигини қуриш:
а - бўйлама профил; б - грунтнинг тақсимланиш графиги.

Ҳар қайси ҳол учун қимматли ерларни камроқ эгаллаш ташишларнинг кам бўлиши ва ер қазиш машиналаридан энг самарали фойдаланиш билан боғлиқ бўлган усул энг фойдали ҳисобланади.Ташиш усули маҳаллий хўжалик шароитларига ва табиий шароитларга, жойнинг рельефига, келиш йўллари мавжудлигига, грунт ва гидрологик шароитларга қараб белгиланади.

Қимматли ер майдонларида, кучли шўрланган грунтлар бор ерларда, ботқоқликлар кесишиб ўтган жойларда ва аҳоли яшайдиган пунктлар чегарасида кўндалангига ташиш имкониятига йўл қўйилмайди. Агар ўймадан олинаётган грунт кўтармага тўкиш учун яроқсиз бўлса ёки ташиш йўлида дарё ёки ботқоқдан ўтадиган йўл қурилмаган бўлса, йўл бўйлаб ташиш мумкин эмас.

Ер қазиш ишларини ташкил этиш лойиҳасини тузишда ҳажмлари тенг бўлган қўшни кўтармалар ва ўймалар жойини белгилаш ва ташишнинг ўртача узоқлигини аниқлаш учун тупроқ массаларининг тақсимланиш графигини қуриш усулидан фойдаланиш мумкин. Бу график йўл ўқ чизиғининг йўналиши бўйлаб кўтармалар ва ўймалар ҳажмини (ер қазиш ишларини ҳисоблаш ведомостларида келтирилган маълумотлардан олинади) кетма-кет алгебраик жамлаш йўли билан қурилади. Грунт олиш манбалари

бўлган ўймалар хажмлари «+» ишора билан, шу грунтлардан кўтариладиган кўтармалар ҳажмлари «-» ишора билан олинади.

Ҳажмларнинг кетма-кет йиғиндилари пикетлар рўпарасида ординаталар бўйича ва тўғриланган трассанинг оралиқ нуқталари бўйича қўйиб чиқилади, тўғриланган трасса абсцисса ўқи бўлиб хизмат қилади (11.12 - расм).

Тупроқ массаларининг тақсимланиш эгри чизиқлари қуйидаги хусусиятларга эга:

эгри чизиқнинг кўтарилган қисмлари ўймаларга, пастлашувчи қисмлари эса кўтармаларга мос келади. Эгри чизиқнинг максимуми ва минимумлари ўймадан кўтармага ўтиш ва аксинча,кўтармадан ўймага ўтиш нуқталари тепасида жойлашади;

эгри чизиқнинг исталган ординатаси эгри чизиқнинг бошидан кўрилаётган профилгача кўтармалар ва ўймаларнинг алгебраик йиғиндисидан иборат бўлади;

икки ординатанинг айирмаси ΔV кўрилаётган профиллар орасидаги ер қазиш ишлари ҳажмига тенг;

ҳажмлар эгри чизиғини кесиб ўтувчи хар қандай горизонтал чизиқ NM шундай участкани кесиб ажратадики, ундаги кўтарма ҳажми ўйма ҳажмига тенг бўлади. Бу чизиқ тенг ҳажмли ёки тақсимловчи чизиқ деб аталади;

тақсимловчи чизиқ кесиб ажратадиган эгри участкаси чегараларида грунт ташиш ўртача узоқлиги кесиб ажратилган участкани унинг максимал баландлигига бўлишдан чиққан бўлинмага тенг: $L_{ўр} = \omega / V$.

Эгри чизиқнинг бу хоссаларини қуйидагича исботлаш мумкин. Бўйлама профилда - уйма қисмида - элементар ҳажм dV ни ажратиб оламиз, у11.13 - расмга мувофиқ кўтармада ℓ масофага силжиган. Транспорт тўғри чизиқ бўйича ҳаракатланади деб соддалаштириб олиб, кўрилаётган грунт ҳажмини силжитиш учун сарфланган иш қуйидагига тенг эканлигини топамиз:

$$dU = fldV ,$$

бу ерда f - транспорт харакатига кўрсатиладиган қаршилик,

ℓdV кўпайтма тақсимлаш эгри чизиғида баландлиги dV ва узунлиги ℓ бўлган штрихланган элементар тасмача тарзида тасвирланади.

Ўймаманинг бутун участкасидан кўтармага грунтни силжитиш учун бажарилган жами иш

$$U = f\int\limits_{v}^{v} ldV = f\omega \qquad (11.11)$$

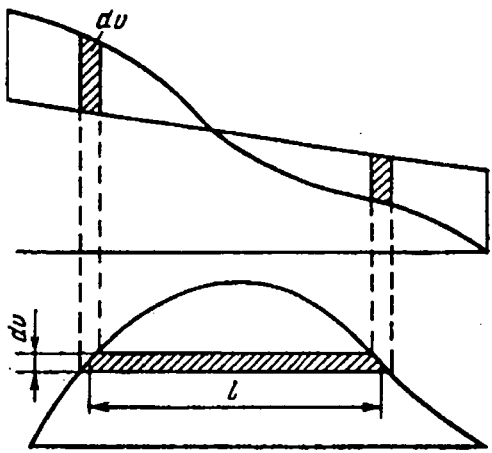
Интеграл эгри чизиқнинг кесиб олинган ҳамма кисмининг майдонини ифодалайди. Агар грунтни ташиш ўртача узоқлиги $L_{ўр}$ шартидан келиб чиқсак, ташиш иши қуйидагини ташкил этади

$$U = fVl_{ур} \qquad (11.12)$$

бундан U учун икки ифодани тенглаштириб, қуйидагини ҳосил қиламиз

$$l_{ур} = \omega / V$$

Тупроқ массаларининг тақсимланиш графигидан ўнқир-чўнқир рельефда йўл қуриш машиналарини танлашда фойдаланиш мумкин. Ер қазиш машинаси энг самарали ишлатиладиган ташиш ўртача ўзоқлигини билган ҳолда уни тупроқ массаларининг тақсимланиш эгри чизиғининг устига олиб қуйилади.



11.13-расм. Ташиш ўртача узоқлигини аниқлашга оид схема.

Тупроқ массаларининг тақсимланиш эгри чизиғини таҳлил қилишдан олинган маълумотларни тахминий деб қараш керак, улар грунтни сижитиш хақиқий шароитларини тўла экс эттирмайди. Биринчидан, эгри чизиқни таҳлил қилишда грунт силжитиладиган ҳажмларнинг оғирлик марказлари ўртасида катъий тўғри чизиқ бўйлаб силжитилади деб фараз қилинади. Бироқ бурилишларни, қиялики унчалик тик бўлмаган жойлардан ҳаракатланиш мумкинлигини, кўтармага кириш йўлларининг жойлашуви таъсирини ҳисобга олган ҳолда хақиқий ташиш узоқлиги бу масофадан анча ортиқ бўлади. Грунт сиртининг ҳолатига қараб ҳаракатга кўрсатиладиган қаршилик ҳам кучли ўзгариши мумкин. Иккинчидан, ер қазиш машиналари ва транспортнинг ишлаш шароитлари,

шунингдек, агар ўйма кўтармага нисбатан йўл қиялиги бўйлаб пастда жойлашган бўлса, иш жараёнида ўймадаги сувни четлатишни таъминлаш ўймадан кўтармага силжитишга тўсқинлик қилиш мумкин. Экскаваторлар ишлаганда қўлланилаётган транспорт воситаларининг рационал ташиш узоқлиги чегарасидан чиқиб ўйманинг бутун узунлиги бўйлаб биринчи траншеяни қазиши фойдали бўлиши мумкин.

Тупроқ массаларининг тақсимланиш графиги бўйича топилган ечимларга киритилган муҳим тузатишлар ўймалардан ва резервлардан олинаётган грунтларнинг сифатини ҳисобга олишга имкон беради.

12-боб

ЙЎЛЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШДА ҲАРАКАТ ХАВФСИЗЛИГИ ВА ТАБИАТНИ МУҲОФАЗА ҚИЛИШГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАРНИ ҲИСОБГА ОЛИШ

12.1 Йўл ўқ чизиғини лойиҳалашда ҳаракат қулайлиги ва хавфсизлигига қўйиладиган талаблар

4 - ва 5 - бобларда баён этилган автомобил йўлларининг план ва бўйлама профил элементларига нисбатан қўйиладиган талаблар ҳаракатни алоҳида, бир-биридан ажратилган ёндош элементлари бўйича ҳаракатланиш шартидан келиб чиққан эди. Хақиқатда эса ҳар қайси йўл пландаги ва бўйлама профилдаги турлича бўлган участкалар қўшилмасидан иборат бўлади. Қисқа участкаларда бўйлама нишабликлар ўзгарганида автомобиллар динамик тавсифлари бўйича ҳисоблашга мос келувчи тезликни ҳосил қилишга улгирмайди. Шундай жойлар борки, у ерларда тезлик йўл ҳаракати қоидаларига биноан чекланади. Ҳаракат хавфсизлиги бўйича тезликни камайтириш заруриятини келтириб чиқарувчи участкалар бўлишига йўл қўйилмайди (йўлнинг автомобил олдида кўриниши чекланган жойлари, планда тик қияликларнинг бурилишлар билан қўшилмаси).

Йўлнинг ёндош участкаларининг ўзаро рационал қўшилмасини ҳайдовчиларнинг йўлда ҳаракатланиш шароитларини идрок қилиш хусусиятларини хисобга олмасдан туриб, тўғри ҳал қилиб бўлмайди.

Автомобил йўлларининг пландаги ва профилдаги элементларига қўйиладиган талабларни асослашнинг юқорида қўриб ўтилган усуллари йўлнинг энг қийин қисмларига таалуқлидир ва мураккаб вазият юзага келганида автомобилни бошқаришнинг зўриққан режимини кўзда тутади. Мураккаб вазиятга тормоз кучидан тўлиқ фойдаланиш, ҳайдовчи реакциясининг минимал давомийлиги ва хакозолар киради. Автомобилларнинг йўллардаги ҳақиқий ҳаракат тезлигини кузатиш шуни кўрсатадики, кўпчилик ҳайдовчилар ҳисоблаш билан кўзда тутилган тезликларга қараганда кичик тезликлар билан тинч ҳаракатланиш режимини маъқул кўрадилар.

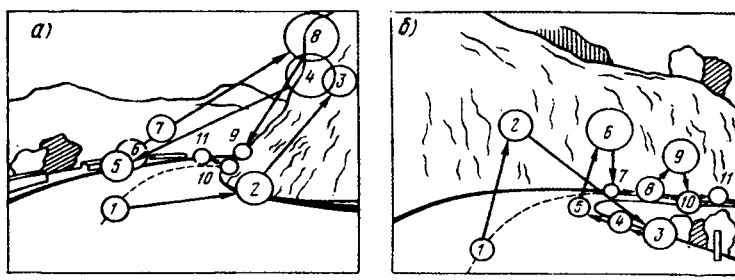
Ҳайдовчиларнинг тасаввурлари бўйича техник меъёрлари зарур ҳаракатланиш шароитларини қаноатлантирмайдиган йўлларда ҳайдовчилар гуё лойиҳаловчиларнинг ечимларига тузатиш киритиб, бурилиш радиусини катталаштириш учун кичик радиусли эгрилардан ўтишда рўпара ҳаракат полосасига кирадилар ёки ҳосил бўладиган

марказдан қочма кучларни камайтириш учун эгрилардан ҳисобий тезликлардан кичик тезликларда ўтадилар. Бу билан улар автомобилнинг траекториясини кўндаланг куч коэффициентининг ўзлари учун қулай бўлган қийматларига,бўйлама ва кўндаланг тезланишлар ўсадиган тезликларга келтирадилар. Йўл қулай ҳаракатланиш талабларини қондириши учун унинг элементлари автомобилни бошқаришни қийинлаштирмаслиги, трасса йўналиши эса ҳайдовчилар учун мутлақо яққол бўлиши керак.

Ҳайдовчи ҳаракатланиш шароитини асосан кўзи билан кўриб баҳолайди. Қўшимча ахборот манъбалари бўлиб эгриликлардан ўтишда ёки йўлнинг нотекис участкаларидан ўтишда унинг организмига бериладиган тезланишлар хизмат қилади.

Ҳаракатланиш жараёнида ҳайдовчининг нигоҳи йўлдаги ва йўл ёнидаги бир объектдан иккинчи объектга сакрашсимон тушиб, гуё у автомобилни юргизиб бораётгани аниқ кўриниб турган фазовий йўлакнинг таянч нуқталарини ажратиб кўради (12.1 - расм). Нигоҳ ташлаш учун бундай таянч нуқталар бўлиб қатнов қисмининг ва полосанинг четлари, йўлга параллел бўлган дарахт каторлари, бетон қопламанинг бўйлама чоки ва ҳоказолар хизмат қилади.

Ҳаракатланиш тезлиги кичик бўлганида ҳайдовчи йўлга ёндош жойни ҳам кўздан кечириш имкониятига эга бўлади. Аста-секин ортиб бораётган тезлик билан ҳаракатланишда ҳайдовчи доимий вақт оралиғида табора кўпайиб бораётган таянч нуқталарини қамраб олишга мажбур бўлади. Айни бир вақтда ҳар бир одамнинг у ёки бу ҳодисани сезиш, фарқ қилиш ва баҳолаш имконияти чекланган дир.



12.1-расм. Тоғли йўлларда пландаги эгри чизиқлардан ўтишда ҳайдовчи нигоҳининг кўчиши /В.П.Варлашкин тажрибалари бўйича/:
а - қавариқ эгри чизиқ; б - ботиқ эгри чизиқ; нуқталарнинг номерлари ҳайдовчи нигоҳининг кетма-кет тўпланишини билдиради; доирачаларнинг диаметрлари ҳайдовчи нигоҳининг бир томонга йўналтирилганлигининг нисбий давомийлигига мос келади.

Тезликнинг ортиш шунга олиб келадики, ҳайдовчининг нигоҳи ундан ихтиёрсиз равишда йўл ёнидаги полосанинг табора камроқ энини қамраб олади ва автомобилдан анча узоққа тушади (12.2 - расм).

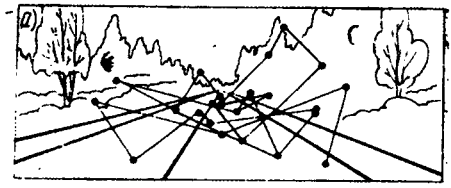
Ҳаракат интенсивлиги кам бўлганида автомобилни бошқаришда ҳисобга олиш зарур бўлган омиллар кўпайиб борса ҳайдовчилар ўзларига тушадиган ахборотларни тезликни беихтиёр пасайтириш ҳисобига ўзгартириб, ростлайдилар, аксинча, бир хил тарздаги жойда(чўл, бир хил жинсли ўрмон) ҳайдовчига келадиган ахборотлар миқдори баъзан унинг фаоллигини сақлаб туриш учун етарли бўлмайди. Бу ҳол ўзига хос уйқисираш ҳолатига олиб келади, бунда ҳайдовчиларнинг эътибори сусаяди, уларнинг реакцияларининг давомийлиги ортади ва баъзан ҳаракат йўналишининг тўсатдан озгина мураккаблашуви хам йўл-транспорт ҳодисаларига сабаб бўлиши мумкин.

Йўлнинг турли участкаларидан ўтиш шароитларининг ўзгариши дарҳол асаб-руҳият ҳолатида акс этади ва ҳайдовчиларнинг ҳаяжонланиши ортади.

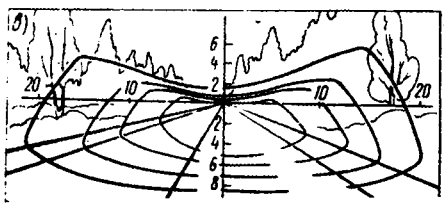
12.3-расмда ҳайдовчиларнинг радиуси 250 м бўлган эгриликдан ўтишидаги баъзи физиологик кўрсаткичлари ёзувининг мисоли кўрсатилган. Эгриликка кириш тезлиги эгриликдан хотиржам ва ишонч билан ўтиш учун зарур бўлган тезликдан юқори. Ҳайдовчининг ҳаяжонланиши пульс частотасининг дархол ўсишида ва терининг ҳаяжонланиши ортишини тавсифлайдиган электр ўтказувчанлиги ўзгаришида намоён бўлади (тери-гальваник реакция). Автомобилни бироз тормозлаб, тезликни 40 км/соат гача пасайтириш руҳий-физиологик кўрсаткичларнинг бошланғич қийматларига қайтиб келишига олиб келади, бу ҳол хотиржамлик билан ишончли ишлашни тавсифлайди.

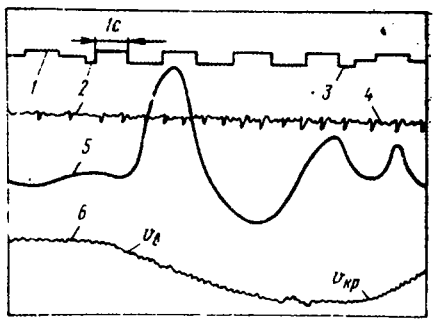
Трасса элементлари тез-тез ва кескин ўзгариб турадиган йўлни ўтишда ҳаяжонланишнинг бундай тўсатдан ўсиши бир неча бор такрорланади (12.4-расм). Ташқи томондан қараганда бу ҳол сезиларсиз кечади. Бироқ, ҳаяжонланишнинг ўсиши тўплана бориб, ҳайдовчиларнинг шароитнинг ўзгаришига тез эътибор бериш хусусиятини пасайтиради, бу эса йўл-транспорт ходисаларига олиб келадиган хатога йўл қўйишга сабаб бўлади. Бундан шу талаб келиб чиқадики, трассалашда йўл элементларининг ўзаро ва атрофдаги манзара (ландшафт) элементлари билан шундай боғланишини кўзда тутиш керакки, бунда ҳайдовчиларнинг оптимал ҳаяжонлашиши таъминлансин. Йўл ҳайдовчиларни ухлатиб қўядиган

даражада бир хил йўсиндаги тарзда бўлмаслиги, трассанинг ёндош элементларида рухсат этилган тезликлар қиймати кескин ўзгарадиган бўлмаслиги керак. Хусусан, ҳайдовчиларнинг эътибори сусаядиган сабаблардан бири йўлнинг узун участкаларидир, бу узунлик очиқ текислик жойларда 1,5-4 км дан ошмаслиги зарур.



12.2-расм. Йўлнинг битта қисмидан турли тезликларда ўтишда ҳайдовчи нигоҳининг тўпланиш нуқталари (Е.М.Лобанов тажрибалари бўйича):
а - тезлик 20 км/соат; б - тезлик 80 км/соат; в - нигоҳ билан қамраб олинадиган зоналар (координаталар туридаги рақамлар ҳайдовчининг йўл бўйлаб йўналган нигоҳидан нуқталарнинг четга чиқишини тавсифлайди, град).



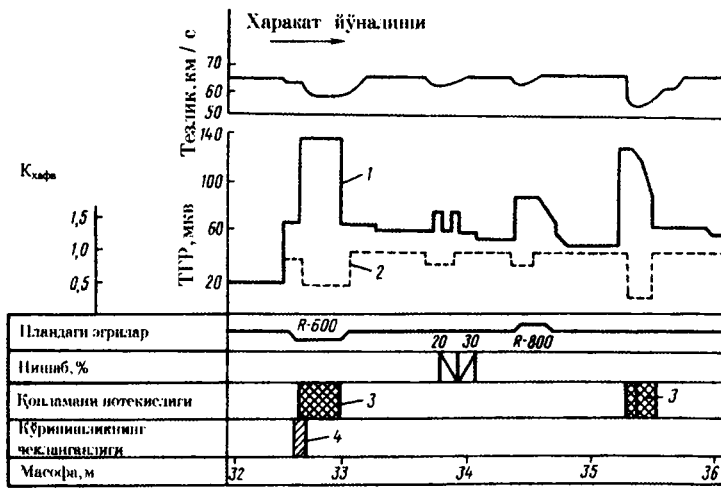


12.3-расм. Кичик радиусли эгридан ўтишда ҳайдовчининг асаб-руҳий зўриқишини кўрсатувчи осциллограмма:
1 - вақт; 2 - эгрига кириш пайти; 3 - эгрининг ўртасидан ўтиш пайтининг белгилари; 4 - томир уриш частотаси; 5 - тери-гальваник реакциянинг амплитудаси; 6 - автомобилнинг ҳаракат тезлиги.

Кузатишлар шуни кўрсатдики, ҳаракат қулай ва хавфсиз бўлиши учун қўшни участкалардаги геометрик элементлар таъсирида тезликнинг ўзгариши унча катта бўлмаслиги керак. Йўл - транспорт ҳодисаларига оид статистик маълумотлар таҳлилининг кўрсатишича,

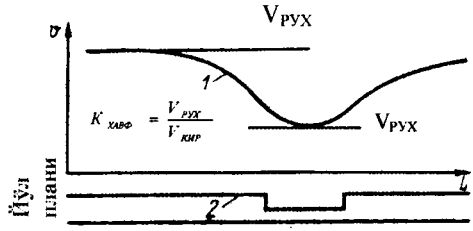
ҳаракатланиш шароитларининг объектив тавсифи хавфсизлик коэффициентлари $К_{хавф}$ нинг графигидир, улар йўлнинг бирор участкасидан (пландаги эгри чизиқ, кўприкдан) қулай ва хавфсиз ўтиш тезлиги $\vartheta_{рух}$ нинг олдинги участкадан киришдаги мумкин бўлган энг катта тезлик $\vartheta_{кир}$ га бўлган нисбатидан иборат (12.5 - расм).

Агар $К_{хавф}>0,8$ бўлса, йўл муваффақиятли лойиҳаланган деб ҳисоблаш мумкин. $К_{хавф}<0,4$ бўлган участкалар ҳаракат учун жуда хавфли, $К_{хавф}=0,6-0,8$ бўлганида нисбатан хавфли ҳисобланади. Хавфсизлик коэффициенти кичик бўлган йўл участкаларидан ўтишда ҳайдовчиларнинг асаб-ҳаяжонлашиши ҳамма вақт ўсади, бу ҳол 12.4 - расмдан яхши кўриниб турибди. Шунинг учун тезликлар эпюраси асосида қурилган хавфсизлик коэффициентлари графигини трассанинг муваффақият билан ўтказилганлиги тавсифи деб қараш мумкин, тезликлар эпюраси ҳисоблаш йўли билан ёки мавжуд йўлда транспорт оқимларини кузатиш йўли билан аниқланган.



12.4-расм. План ва кесимдаги элементларининг кўрсаткичлари ўзгариб турадиган йўл қисмидан ўтишда ҳайдовчи асаб-руҳий зўриқишининг ўзгариши:

1 - тери-гальваник реакциянинг ўзгариши (ТГР); 2 - хавфсизлик коэффициентининг ўзгариши; 3 - нотекис қоплама; кўринишликнинг чекланганлиги.



12.5-расм. Хавфсизлик коэффициентини аниқлашга оид схема:
1- тезликнинг ўзгариш графиги; 2- кичик радиусли эгри.

12.2 Трасса йўналишини ёки бошқа лойиҳа ечимларини танлашда атроф муҳитни муҳофазалаш талаблари

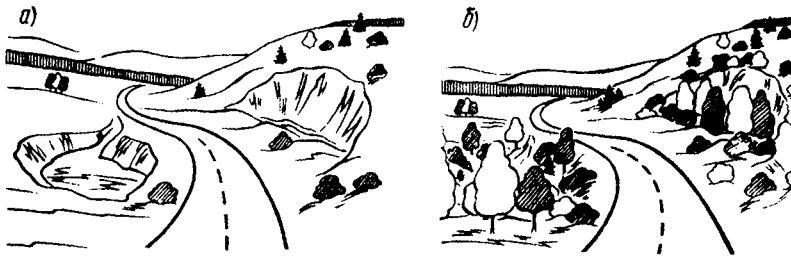
Трасса йўналишини танлашда атроф муҳитни муҳофаза қилиш талаблари ҳисобга олиниши керак. Йўл қурилиши у ўтказилаётган худуднинг табиати экологик мувозанатига ва хўжалик ҳаётига катта ўзгаришлар киритади.

Йўл қурилиши учун ерларни ажратиш ва ер чегараларининг бузилиши экинларни алмашлаб экиш тизимини бузиши ва қишлоқ хўжалигига катта зиён келтириши мумкин. Баъзан интенсив ҳаракатли автомобил магистраллари қуришда қишлоқ хўжалик машиналарининг йўлни кесиб ўтиши заруратини бартараф этиш учун йўлнинг икки томонида жойлашган ерларни қайта режалаштиришга тўғри келади. Йўлларни қимматли ҳосилдор ерлар орқали ўтказиш шу жиҳатдан хавфлики, шамолнинг паст тоифали йўллардан учириб кетадиган чанги йўл якинида жойлашган ерларда ҳосилдорликни пасайтириб юборади. Бензинга қўшиладиган антидетанацион қўшилмалар ёнганида соғлиққа зарарли қўрғошин бирикмалари ажралиб чиқади, улар йўл ёнидаги полосада чўкади ва тупроқда тўпланиб, қишлоқ хўжалик махсулотлари орқали озиқ-овқатларга тушиш мумкин.

Йўлнинг қатнов қисмида ёмғир ювиб кетадиган мой ва шиналарнинг ёйилиш маҳсулотлари ва айниқса яхмалакка қарши сепиладиган гигроскопик тузлар йўл ёнидаги ўсимликларни қуритади ва оқибат натижада сув оқимларига тушиб, уларни ифлослантиради. Йўлларни сув ҳавзалари яқинида ва сув омборлари чегараларида ўтказишда буни ҳисобга олиш керак, бу ерларда йўлдан сувни четлатиш берк системасида сув тозалайдиган тиндиргичлар қурилади.

Катта ўрмонларни кесиб ўтган йўл ўрмон хайвонларининг яшаш шароитларини ўзгартиради. Йўлга тўсатдан югуриб чиққан хайвонлар оғир йўл-транспорт ҳодисаларига сабаб бўлади. Кўпгина ҳолларда йўлни баланд тўсиқлар билан ихоталашга тўғри келади, ҳайвонлар учун эса кўтармалар остидан махсус ўтиш йўллари қурилади.

Трасса қўриқҳоналар, табиат ва маданият ёдгорликларига таалуқли жойларни айланиб ўтиши керак. Иложи борича, дарёлар, кўллар ва бошқа сув манбалари бўйлаб йўлларни сув муҳофаза қилинадиган жойлардан четда ўтказиш керак. Йўл қурилишида ўйламасдан ўтказиладиган ер қазиш ишлари грунт карьерлари ва резервлари бор ноқулай жойларда ландшафтларнинг табиий гўзаллигини бузиши мумкин. Йўл пойини қуришда тоғ ёнбағирларида қияликларни яланғочлаб, ярим кўтарма-ярим ўймаларда трасса ўтқазишда ҳам шу ҳол юз бериши мумкин (12.6 - расм, а). Бу ишлардан қочишнинг иложи бўлмаганида қурилиш билан кўриниши ёмон ҳолга келган жойларни ўсимлик ўтқазиб бекитиш керак.



12.6 - расм. Катта яланғоч ёнбағирлар ва қазилган карьерларни ўсимлик ўтқазиб бекитишнинг турли усуллари.

Қияликларни кесиш ва уларни кўтармалар билан ортиқча юклаш ер кўчиш жараёнларининг фаоллашувига олиб келиши мумкин. Йўлларни тоғ ёнбағри бўйлаб ўтказишда йўл ариқлари оқиб келаётган сиртқи сувларни тўсиб қолиб, қияликнинг паст томонида ўсаётган ўсимликларни қуритиб қўйиши мумкин.

Ботқоқликларни кесиб ўтиш жойида кўтармалар торфни зичлаб, сизот сувларнинг сизишини тўхтатиб қўйиб, ботқоқликни кучайтиради.

Йўл кўп одамларни ўзига жалб қилади. Шунинг учун лойиҳалашда очилаётган табиий манзараларнинг ва диққатга сазовор жойларнинг тамоша қилиниш имкониятини кўзда тутиш керак. Айни бир вақтда йўлнинг айрим жойларида, масалан, одамлар кўп

тўпланадиган бекатларда ва дам олиш майдончаларида санитария-гигиена талабларини қондирадиган зарур қулайликлар яратилмаса, йўл ёни бузилади ва ифлосланади.

Йўл аҳоли яшайдиган пунктлар яқинида ўтганда ва айниқса кўчалардан фойдаланилганда автомобил ҳаракати ҳавонинг двигателларнинг чиқинди газлари билан ифлосланиш, шовқин ва титраш манбалари бўлиб қолади, улар йўл ёнидаги қурилишларга тарқалади, аҳолининг соғлиги ва ишлаш қобилиятига таъсир этади. Автомобиллар ўтганида биноларнинг тебраниши йўл ёнида ишлаб чиқаришнинг баъзи турларини, оширилган аниқликни талаб этадиган лабораторияларни жойлаштириш имкониятини йўққа чиқаради.

Йўл қўйиладиган шовқиннинг санитария меъёрлари ва «Қурилиш меъёрлари ва қоидаларининг» «Шовқиндан муҳофаза қилиш» 11-12-77 банди эски турар жой кварталларида шовқин баландлигини 50-60 дБА гача, курортларда 40-50 дБА гача чеклайди.

Транспорт шовқинининг интенсивлиги кўп ҳолларда-ҳаракат интенсивлиги, таркиби ва тезлигига, шиналарнинг турига, йўл қопламасининг текислигига ва бошқа ҳолларга боғлиқ. Ўртача олганда йўл пойи четидан яқиндаги ҳаракатланиш полосаси ўқидан 7,5 масофада шовқин баландлиги (дБА) қуйидагига тенг бўлади:

$$L = 50 + 8.8 \lg N$$

бу ерда N - ҳаракат интенсивлиги, авт/соат.

Автомобил ҳаракатидан чиққан шовқин даражасини унинг манбаларидан турли масофаларда пасайтиришни ҳисоблаш усуллари энергиянинг сўниши қуйидаги формула бўйича юз беради деган фараздан келиб чиқади

$$L_n = L_1 - 13,9 \ell g \frac{R_n}{R_1},$$

бу ерда L_n - шовқин манъбаидан R_n масофада шовқин даражаси; L_1-R_1 масофадаги шовқин даражаси.

Транспорт шовқини таъсирини бартараф этишнинг энг рационал усули: йўлни қурилишлардан шовқин йўл қуйиладиган меъёрдан ошиб кетмайдиган масофада ўтқазишдир. Бунинг иложи бўлмаганида интенсив ҳаракатли автомобил магистраллари ўймалар ва туннелларда ўтказилиб, йўл бўйлаб ғовак материаллардан тайёрланадиган шовқин ютиш иҳоталари ўрнатилади, иҳоталаб турувчи тупроқ уюмлари тўкилади (12.7 - расм). Барча мухофазалаш тадбирларининг ғояси-уларнинг орқасида товуш сояси яратиш ёки товушни ютишдир. Кераклича экранлаш учун тўсиқнинг баландлиги камида 4-4,5 м бўлиши керак. Йўл ёнидаги ўсимликлар нисбатан кам

самарадор бўлиб, шовқинни жойнинг 1 м ига ўрта хисобида 0,15 дБА га пасайтиради.

12.3 Трассанинг фазовий равонлиги таъминлаш

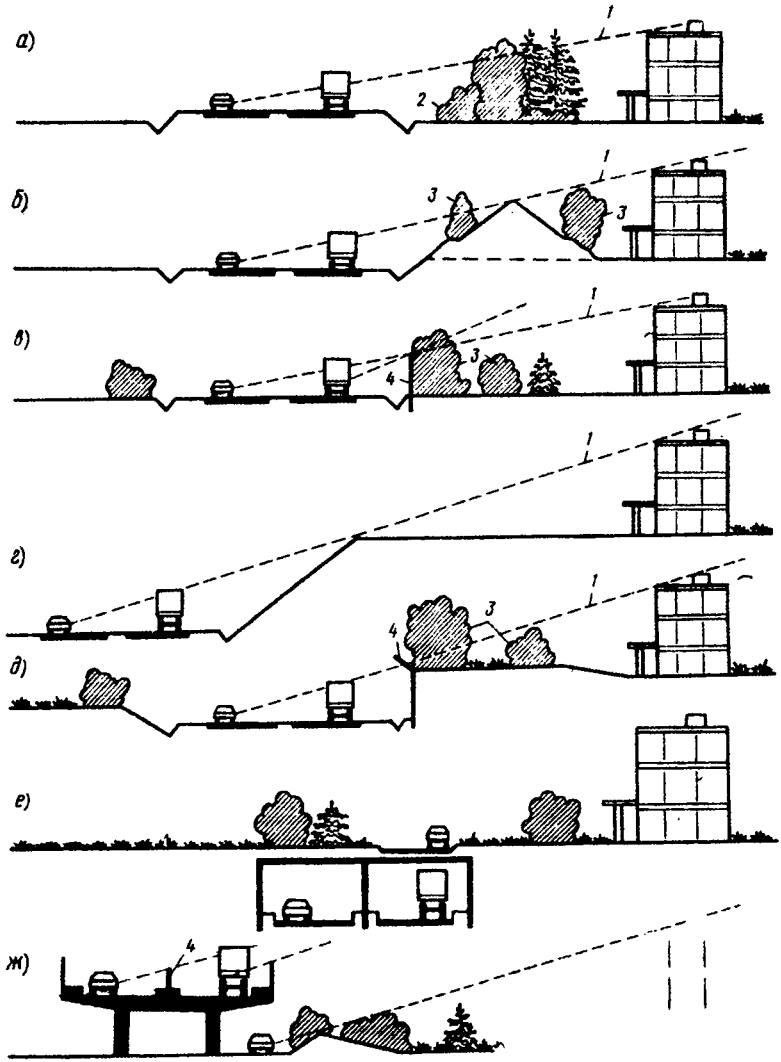
Бутун йўл бўйлаб автомобиларнинг ўзгармас ёки амалда ўзгармайдиган тезликда ҳаракатланиши, ҳайдовчиларнинг йўлни кўриб идрок қилиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, йўл траравон фазовий чизиқ тарзида ўтказилганида таъминланиши мумкин.

Йўл элементларини белгилашда шуни назарда тутиш керакки, ҳайдовчилар олдинда жойлашган йўл участкасини узоқдан бузилган ҳолда, кичик кўриш бурчаги остида кўрадилар. Доиравий эгри чизиқлар уларга япасқи бўлиб, эгриларнинг узунлиги қисқаргандай бўлиб, бурилиш тиклиги ошгандай кўринади (12.8 - расм). Йўлнинг пландаги бир неча градусга бурилиши узоқдан $15\text{-}20^0$ ва ундан ортиқ бўлиб туйилади.

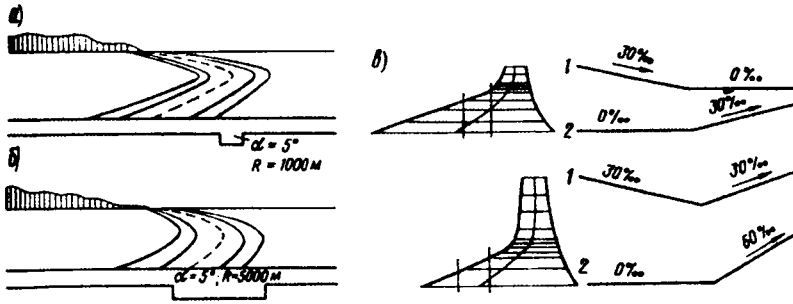
Узун тўғри чизиқлар ўртасидаги қисқа эгри чизиқ трассанинг кескин эгилишидек туюлади; йўлнинг бироз нишабли тўғри чизиқли қисмлари узун қияликларнинг пастидан кейин жойлашган тик кўтарилишлардек туюлади.

Йўл равонлигининг бузилгандек туюлиши ҳайдовчиларнинг танлайдиган ҳаракат режимларига таъсир этади ва план ҳамда профил элементларининг кўрсаткичлари анча юқори тезликларда ўтишни таъминлайдиган жойларда тезликнинг асоссиз камайтирилишини келтириб чиқаради. Бундай ҳолларда ҳаракатга қўшимча равишда «руҳий» ёки «кўриш» қаршиликлари ҳосил бўлганлиги тўғрисида гапирилади.

Трассанинг бузилиб кўринишини бартараф этувчи ва ҳайдовчиларда бошқарувда ишонч туғдирувчи фазовий равонлигини таъминлаш учун авваламбор план ва профил кўрсаткичларининг қийматларини тўғри танлаш, шунингдек нотўғри туюлмаларга сабаб бўладиган, план ва профилдаги трасса элементларининг номувофиқ жойлашишини бартараф этиш керак.



12.7-расм. Йўлдаги ҳаракатдан юзага келадиган шовқиндан ён атрофларни муҳофаза қилиш тадбирлари:
а - ўсимлик кўчатлари; б - муҳофаза уюми; в - овоз ютувчи иҳоталар ўрнатиш; г - йўлни ўймадан ўтказиш; д - тиргак деворли ўйма; е - йўлни галереядан ўтказиш; ж - йўлни эстакада орқали ўтказиш; 1 -акустик соя чегараси; 2 - овоз ютувчи ўсимлик кўсатлари; 3 - декоратив экинлар; 4 - овоз ютувчи иҳота.



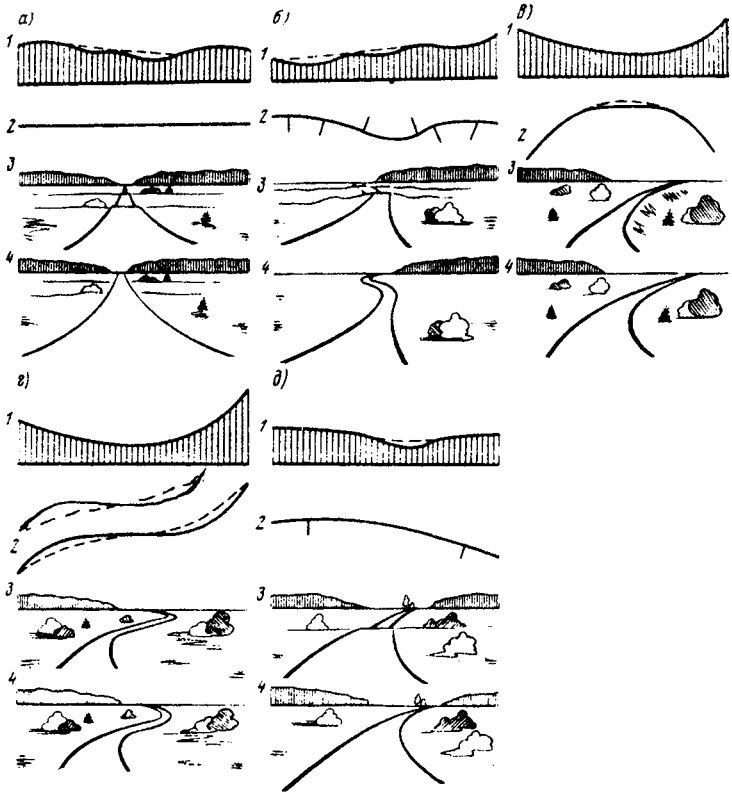
12.8-расм. Йўлнинг узоқдан бузилиб кўриниши:
а - кичик радиусли эгри кескин қайрилишдек идрок қилинади; б - эгрилик радиусининг катталаштирилиши йўлнинг ровон кўринишлигига ёрдам беради; в - бўйлама қияликнинг таъсири (узун нишабликдан тушишдан кейинги горизонтал жой кўтарилишдек, бироз кўтарилиш эса тик қияликдек туйилади); 1 - қияликнинг хақиқий нисбати; 2- туйилма нисбат.

Қурилган йўлларнинг кўриниш равонлигини таҳлил қилиш асосида трасса элементларини жойлаштиришга оид қуйидаги тавсиялар ишлаб чиқилган.

1.Пландаги ва профилдаги синишлар сони иложи борича бир хил бўлиши керак.

Бу қоиданинг бузилиши трасса элементларининг нотўғри жойлашишига ва, кўпинча, йўл-транспорт ҳодисаларининг кўпайишига сабаб бўлади. Пландаги узун тўғри чизиқдаги синишларнинг кўплиги бунинг типик мисолидир, одатда бу синишлар ер қазиш ишларини камайтириш мақсадида ўровчи лойиҳа чизиғини ўтказишга интилиш натижасида юзага келган бўлиб, йўлнинг сирти тўлқинсимон бўлиб чиқади (12.9 - расм, а). Айниқса йўлнинг турли томонга бурилиши ботиқ эгриларда жойлаштирилган ҳол муваффаққиятсиз чиқади.

Кўтармаларнинг ишчи белгиларини ошириш йўли билан кўринишни таъминлаш (12.9 - расм, б) ҳамма вақт вазиятни яхшилавермайди, чунки эгри-бугрилиги олдинлари қандайдир даражада йўлнинг водий тубига қияликлар бўйлаб тушиши билан оқлаб келинган бўлса, йўл кўтармага кўтарилганидан кейин у транспортдаги йўловчиларга мантиқан ноўрин рельеф бўлиб сезилади.



12.9-расм. Трасса элементларининг ноқулай уйғунлашуви:
а - йўлнинг тўғри участкалар чегараларида бўйлама кесимнинг планда кўп синишлари; б - бўйлама профилнинг хаддан ташқари эгри-бугрилиги; в - бир томонга йўналган горизонтал эгри чизиқлар орасига қисқа тўғри чизиқли оралиқлар қуриш; г - пландаги тескари эгрилар орасига қисқа тўғри чизиқли оралиқлар қуриш; д - бўйлама профилнинг қисқа ботиқ участкалари; 1 - бўйлама профил; 2 - трасса плани (йўлнинг тавсия этилган ўтказилиши пунктир билан кўрсатилган); 3 - трассанинг равонлиги яхшиланганлигига қадар йўлнинг перспективада кўриниши; 4 - трассанинг равонлиги яхшиландан кейин йўлнинг перспективада кўриниши.

2.Планда йўлнинг тўғри ва эгри участкаларининг узунлиги бир-бирига мос келиши керак.

Планда узун тўғри чизиқлар ўртасида қисқа эгриларни жойлаштирмаслик керак, улар ҳайдовчига узоқдан йўлнинг кескин синган жойидай туюлади ва тезликнинг камайтирилишига олиб келади (12.8 - расмга қ.). Йўлнинг кичик бурчакли бурилишлари қуйидагилардан кичик бўлмаган катта радиусли эгри чизиқларни киритиш билан муътадиллаштирилади:

Бурилиш бурчаги, град	1	2	3	4	5	6	7-8
Эгрининг радиуси, м	30000	20000	10000	6000	5000	3000	2500

3.Тўғри жойларнинг узунлиги чекланиши керак (12.5 - параграфга қ.).

4.Бир томонга йўналган эгрилар орасига қисқа тўғри чизиқлар киритилмаслиги лозим. Улар ҳам йўлнинг ёқимсиз бўлган синишлари каби идрок қилинади. Бундай киритмаларни катта радиусли эгрилар билан алмаштириб, бундай жойларни 12.9 - расм, в да кўрсатилган шаклда лойиҳалаш керак. Тескари эгрилар орасидаги қисқа тўғри чизиқли киритмаларни бартараф этиш учун эгриларнинг радиусларини катталаштириб, улар бир-бири билан туташадиган қилинади (12.9 - расм, г). Қўшни эгриларнинг радиуслари кўпи билан 1,5 марта фарқ қилиши керак.

5.Трассанинг энг яхши равонлигига эришиш учун вертикал ва горизонтал эгриларни иложи борича устма-уст тушадиган қилиб ўтказиш зарур. Шуниси маълумки, горизонтал эгрининг узунлиги вертикал эгрининг узунлигидан бир оз ортиқ бўлиши керак. Устма-уст тушадиган вертикал ва горизонтал эгри чизиқлар чўққиларининг эгрилардан энг кичигининг кўпи билан 1/4 қисми қадар силжишига йўл қўйилади. Ботиқ вертикал эгриларнинг радиуси планда улар билан устма-уст тушадиган эгриларнинг радиусидан камида 6 марта катта бўлиши зарур.

Пландаги эгриларнинг учларини (охирларини) кейинги тўғри жойларда жойлашган қавариқ ёки ботиқ вертикал эгрининг боши билан туташтиришга йўл қуйилмайди. Биринчи ҳолда вертикал эгри томондан келаётган автомобиллар учун йўлнинг кейинги йўналиши аниқ бўлмайди. Иккинчи ҳолда эса кечаси фаралар ёруғлигида кўриниши чекланган жойлар ҳосил бўлади.

6.Йўлда узоқ масофада кўринишни таъминлаш учун бўйлама профилда «ўпирилиш» ҳосил қилувчи элементларнинг қўшилмасидан қочиш зарур, бунинг натижасида ҳайдовчилар учун йўлнинг кейинги йўналиши номаълум бўлиб қолади. Бундай қўшилмалар жумласига

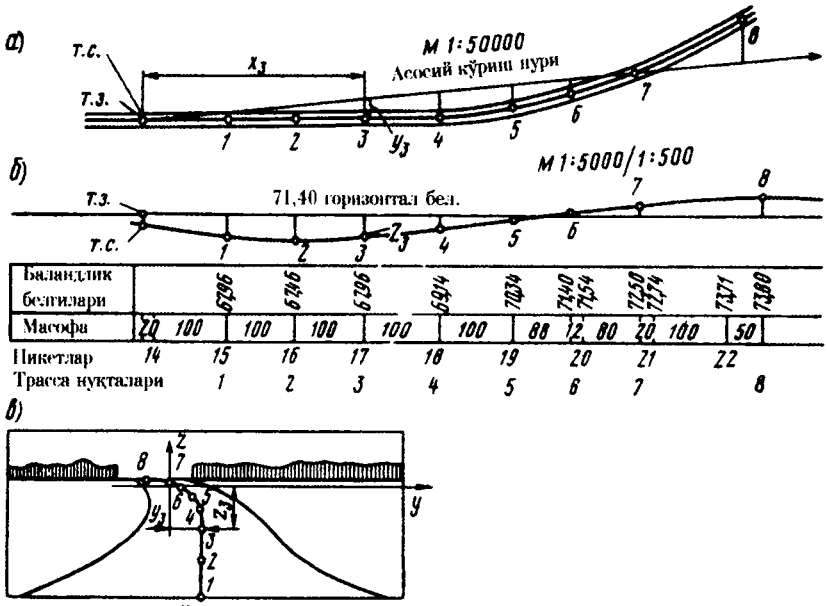
қуйидагилар киради: планда узун тўғри чизиқлар ёки эгри чизиқлар чегарасида жойлашган бўйлама профилнинг қисқа ботиқ участкалари; булар чўнтаклар ёки ўта чўкишлар тарзида тушинилади (12.9 - расм, д); тўғри чизиқли жойлардаги, жумладан йўлларнинг турли сатҳларидаги кичик радиусли қаварик вертикал эгри чизиқлар; кичик радиусли қаварик эгрилар учида гуё кўкка туташувчи тўғри чизиқли участкалар («хеч қаёққа бормайдиган йўл»).

Трассанинг фазовий равонлигини кўпинча перспектив тасвирлар ясаш йўли билан текширилади, бунинг учун чизма геометрия усулларидан фойдаланилади (12.10 - расм). Сўнгра зарурат бўлганида уларнинг равонлигига эришиш учун план ва профилга тузатишлар киритилади. Хозирги вақтда бу мақсадда электрон ҳисоблаш машиналаридан фойдаланилади, уларга трасса плани, бўйлама ва кўндаланг профилларининг координаталари киритилади. Трассанинг равонлиги график дисплейнинг экранидаги йўл перспективасининг тасвири бўйича тахлил қилинади, бевосита экраннинг ўзида махсус қурилма-ёруғлик пероси ёрдамида зарур тузатишлар киритилади. Бу тузатиш автоматик тарзда ЭҲМ га киритилади, у трасса координаталарини хисоблаб чиқади, графқургич эса перспектив тасвирини чизади. Кузатувчининг танланган туриш нуқтасига («кўриш нуқтаси») қараб, йўлнинг перспектив тасвири хар қайси пикетдан чиққан йўл тарзида ёки тепалик томонда жойлашган йўл тарзида чизилиши мумкин. Дастурлар йўл учун ажратилган жойнинг рельефини ҳисобга олишга ва йўлнинг рельеф билан бекитилган участкаларини аниқлашга имкон беради (12.11-расм).

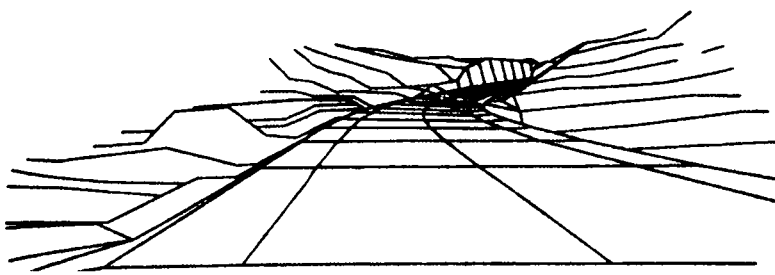
Йўлнинг мураккаб жойлари учун, масалан, турли сатҳларда кесишишлар учун баъзан кичрайтирилган моделлар ясалади.

Трассанинг фазовий равонлигини таъминлаш учун хайдовчиларнинг кўриб мўлжал олиш тамойилларига риоя қилиш катта ахамиятга эга, бу йўл ва йўл ёни полосалари элементларининг шундай ўзаро боғланишини ҳосил қиладики, булар хақиқий кўриниш чегаралари ортида йўлнинг йўналишини ҳайдовчига тушунарли қилади. Ҳаракат вақтида хайдовчининг нигохи йўналтирувчи мўлжалларга қараб бориб, автомобилнинг олдида йўл сирти бўйича кўчиб боради; бундай мўлжалларга ҳаракатланиш йўлига параллел яхши кўринадиган чизиқлар: қоплама четлари, автомобил магистралларидаги ажратиш полосалари, қопламанинг белги чизиқлари, йўл ёқасидаги ўсимликлар қатори, йўл иҳоталари ва бошқалар киради. Бу мўлжалларнинг жойлашуви таянч нуқталар тизимини ҳосил қилиши керак, буларнинг йўналишини қараб бориб,

ҳайдовчининг кўзи гўё ўзи учун йўлнинг кейинги йўналишини давом эттиради.



12.10-расм. Йўл бўлагининг перспектив тасвирини тўғри бурчакли координаталар усули билан ясаш:
а - план; б - бўйлама профил; в - перспектива; т.с. - туриш нуқталари; т.з. - кўриш нуқталари.



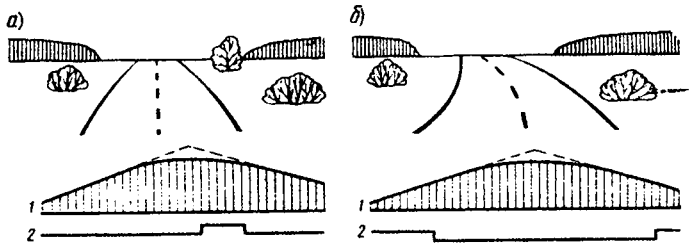
12.11 - расм. Электрон ҳисоблаш машинасида ясалган йўл перспективасига мисол.

Кўриб мўлжал олиш воситаларидан энг самарадорлари план ва профилнинг боғланиши, йўл бўйидаги ўсимликлар ва йўл чети бўйлаб махсус ўрнатилган сигнал устунчалардир.

12.12 - расмда планда эгри чизиқ радиусининг катталаштирилиши бўйлама профилнинг синган жойдан кейин йўл йўналишининг ўзгаришини хайдовчига тушунарли қилиши кўрсатилган.

12.4 Йўлларнинг ўқ чизиғини клотоидлар ва спайнлар билан ўтказиш

Трассанинг энг катта равонлигига эришиш учун уни эгрилиги узлуксиз ўзгарувчи, ландшафтга уйғун кириб кетган эгрилар тарзида ўтказиш керак. Олдинлари автомобил магистраллари ва юқори тоифали йўллар учун қўлланилган трассалашнинг бундай усули кейинги вақтларда анча паст тоифали, йўллар учун хам кенг қўлланилмоқда.



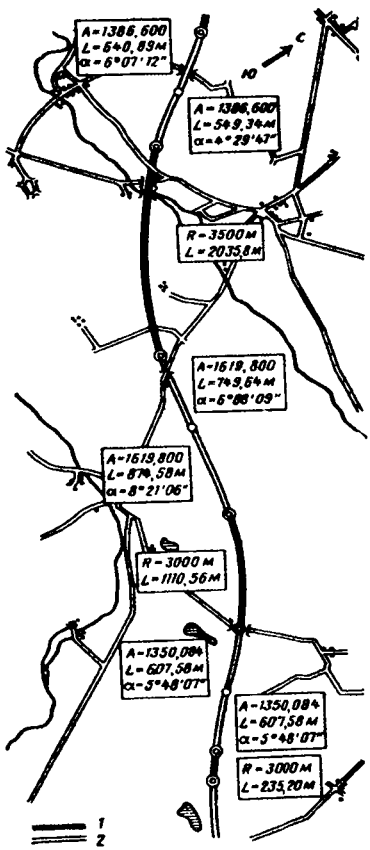
12.12-расм. Ҳайдовчининг йўл шароитларида мўлжал олишини яхшилаш: а - кўриб мўлжал олиш принципини ҳисобга олмаган ҳолда қурилган йўл кўриниши; б - бўйлама профил синишидан кейин бошланадиган бурилишда эгри узунлигини катталаштириб белгилаш; 1 - бўйлама профил; 2 - план.

Ҳозир асосан клотоидли трассалардан фойдаланилади, булар асосан туташувчи доиравий эгри чизиқлардан ва катта кўрсаткичли ўтиш эгриларидан иборат. Тўғри чизиқли киргизмалар унча кўп эмас, баъзан эса умуман бўлмайди (12.13 - расм).

Клотоидли трассада кичик радиусли эгриларнинг ёрдамчи элементидан ҳосил бўлган ўтиш эгри чизиғи, йўл ўқ чизиғи ўтказишнинг доиравий эгри чизиқлари билан бир қаторда турадиган ва кўпинча тўғри участкаларни сиқиб чиқарадиган мустақил элементи бўлиб қолади. Трассалаш принципи ўзгаради. Бурилиш бурчаклари орасида тўғри чизиқ бўйича юриш ва кейин улар орасига доиравий эгрилар киритиш ўрнига жой горизонталлари бўйича катта радиусли доиравий эгри чизиқлар жойлаштирилиб улар ўтиш эгри чизиқлари билан туташтирилади (12.14 - расм).

Ўтиш эгрилари автомобил йўли ўқ чизиғи элементларининг барча туташиш холларида қўлланилади (12.15 - расм).

Ўтиш эгрилари анча катта узунликда белгиланади, бу билан олдинда жойлашган участкаларга кўз тушганида йўл кўринишининг хатосиз бўлиши таъминланади. Ўтиш эгри чизиқлари марказдан қочма тезланишнинг равонлиги шарти бўйича зарур бўлган узунликдан анча узун бўлади (4.4. параграфга қ.).



12.13-расм. Клотоидалар билан трассаланган йўл:
1- доиравий эгри чизиқлар участкаси; 2- клотоидалар участкаси.

Кўриш равонлигини таъминлаш учун ўтиш эгриларини киритишда автомобил йўли ўқ чизиғини бурилиш бурчаги камида 3^0 бўлиши, ўтиш эгрисининг узунлиги эса доиравий эгри узунлигининг камида 1/4 қисмига тенг бўлиши керак. Тенгламаси $RL=A^2$ бўлган радиоид спиралнинг кўрсаткичи 0,4 R дан 1,4 R чегарасигача бўлиши зарур.

Тескари S-симон эгриларни ўтиш эгрилари билан туташтиришда, хар икки ўтиш эгри чизиғи бир хил A кўрсаткичига эга бўлиши, туташтирилаётган эгрилар радиуслари орасида $R_1 \le 3R_2$ нисбат қаноатлантирилиши керак.

Бир томонга йўналган доиравий эгри чизиқларни ўтиш эгри чизиқлари билан туташтириш учун $0{,}5R_1<A<R_2$ нисбат тавсия этилади.

$R_1<R_2$ бўлганидагина доиравий эгриларнинг ўзаро бевосита туташтирилишига рухсат берилади.

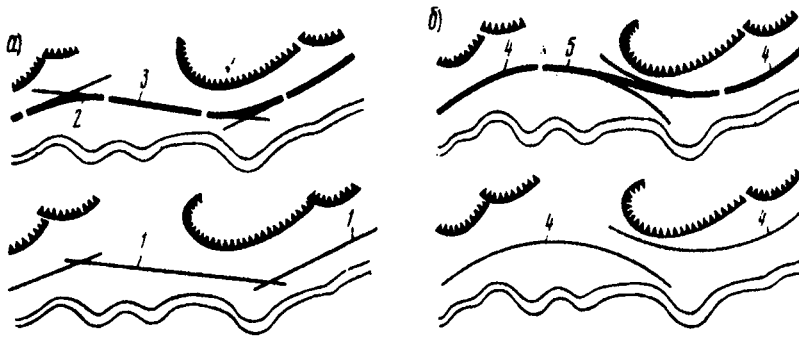
Клотоидли ўқ чизиғини ўтказиш принциплари йўлларни ЭҲМ ёрдамида лойиҳалаш бошланганига қадар ишлаб чиқилган ва амалда қўлланилган эди. Улар шаффоф андазалардан ва ёрдамчи жадваллардан фойдаланиб жойнинг планлари асосида қўлда ўтказишга мослаштирилган эди.

ЭҲМ нинг биринчи дастурлари ҳам клотоидли йўлни ўтказишни кўзда тутган эди.

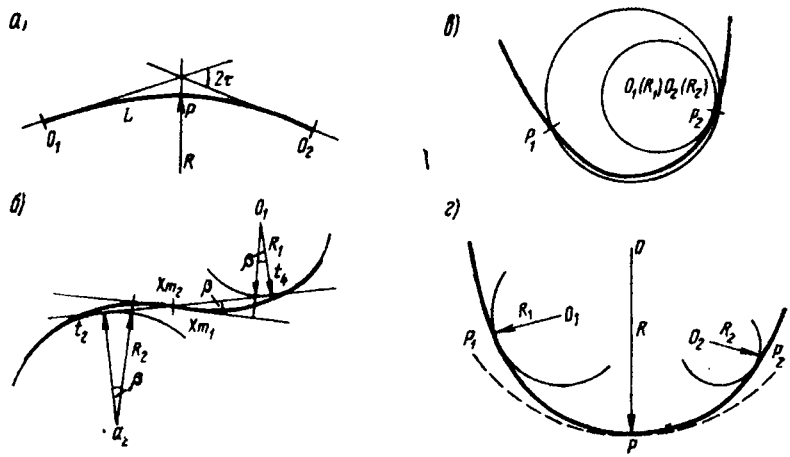
Бироқ, рельеф элементлари айлана ёйларига қараганда анча мураккаб кўринишга ва клотоидли йўл ўтказишда фойдаланиладиган узун клотоидларга эга.

Ҳозирги вақтда йирик лойиҳалаш ташкилотларида трассани сплайн функциялар усули билан лойиҳалашга ўтилмоқда, бу усул йўлнинг манзара билан яхши уйғунлаштирилишини таъминлайди.

Йўл ўқи планда белгиланган назорат нуқталар бўйича узлуксиз равон чизиқ тарзида ўтказилади, бу чизиқ айрим жойлар бўйича полиномлар тенгламаси, кўпинча куб тенгламалар билан тавсифсланади.



12.14-расм. Автомобил йўлларининг ўқ чизиғини ўтказиш принципларидаги фарқ:
а - одатдаги усул билан ўтказилган йўл; б - клотоидали трасса;
1 - тўғри чизиқлар; 2 - тўғри чизиқлар бурчагига чизилган доиравий эгри чизиқлар; 3 - трассанинг тўғри чизиқли бўлаги; 4 - рельеф элементларига чизилган доиравий эгри чизиқлар; 5 - доиравий эгри чизиқларни туташтирувчи ўтиш эгри чизиқлари.



12.15-расм. Ўтиш эгри чизиқларини уйғунлаштиришнинг турли усуллари: а - доиравий эгри чизиқни киритмасдан ўтиш эгри чизиқларини туташтириш; б - тескари эгри чизиқларни туташтириш; в - бир томонга йўналган иккита доиравий эгри чизиқни битта эгри чизиқ билан туташтириш; г - шунинг ўзи, иккита ўтиш эгри чизиғи билан.

ЭҲМ дастурларида автомобил йўлнинг бир элементидан иккинчи элементига ўтишида марказдан қочма тезланишнинг қонуний, белгиланган мезонини қаноатлантирувчи ўсишини таъминлайди.

Равон трассалар одатда горизонталлар чизилган планлар ёки аэрофотосуратлар бўйича лойиҳаланади. Дастлаб 1:2000 ёки 1:5000 масштабли харитада рельеф ва вазият шароитлари бўйича назорат нуқталари белгиланиб, улар орқали ландшафтли лойиҳалаш принципларини қаноатлантириш учун трасса ўтказилади. Сўнгра харитага эгилувчан чизғич қўйилади (12.16-расм) ва унга равон эгилишлар бериб, белгиланган нуқталардан ўтувчи ўқ чизиғи чизилади.

Бунда бўйлама профилда ва планда эгриларни рационал мослаштириш мақсадларида бурилиш бурчакларини сув айирғичларнинг чизиқларида ва водийлар тубида жойлаштиришга ҳаракат қилинади. Ҳосил қилинган трасса пикетларга бўлишда ва йўлнинг геометрик элементларини аниқлашда аниқлик киритиладиган магистрал йўл тарзида қаралади.

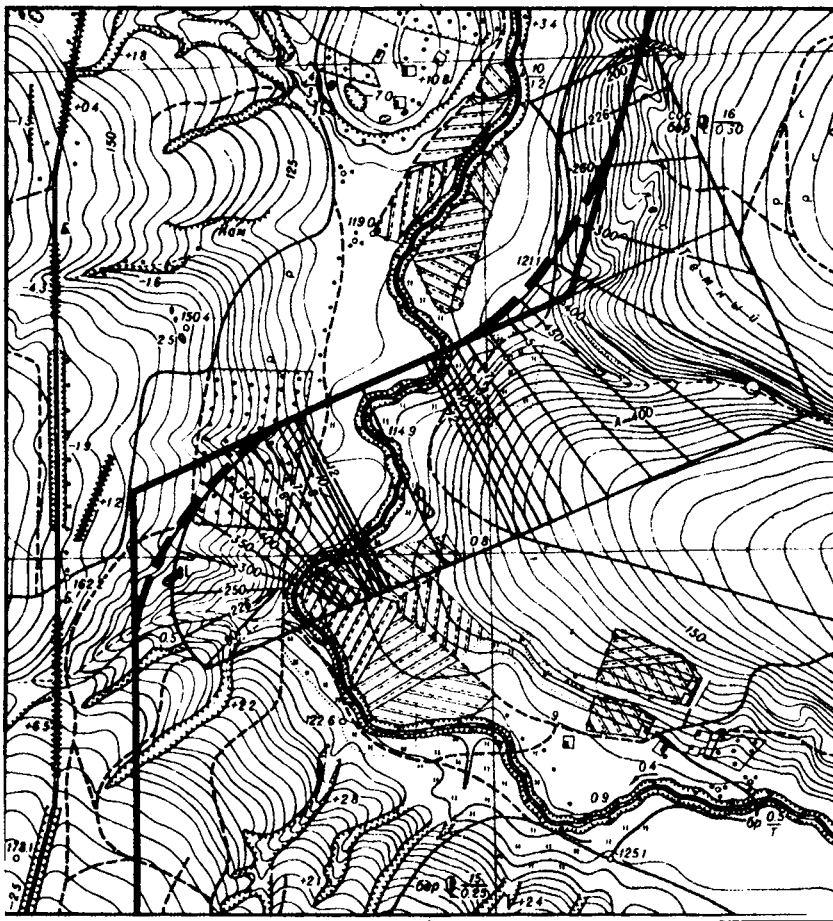
Клоттоидли трассани қўлда лойиҳалашда доиравий ва ўтиш эгриларининг план масштабида тайёрланган андазалари тўпламидан фойдаланилади (12.17 - расм). Дастлаб доиравий эгрилар танланиб, уларнинг бошланиши ва охири белгиланади ва планга уларнинг радиуслари ёзиб қуйилади. Шундан кейин турли кўрсаткичли клотоидли эгри чизиқларнинг андазалари планга ётқизилиб, улардаги доиравий эгри чизиқлар радиусларининг белгилари бўйича зарур кўрсаткичлар танланади. Трассаларни пикетларга бўлиш катта кўрсаткичли ўтиш эгри чизиқлари учун мўлжалланган жадваллардан фойдаланиб ҳисоблаш йўли билан аниқланади.

Бундай сермеҳнат ишни бажаришни лойихалаш ташкилотларида ЭҲМ дан фойдаланиб енгиллаштирилади. Алгоритмлари бўйича бир-биридан фарқ қилувчи бир қанча дастурлар ишлаб чиқилган. Таянч элементлар усулига асосланган улардан бири андозалар ёрдамида горизонталли планда ёки фотосхемаларда аниқ чизилган трассага асосланади.

Машинага белгиланган элементларнинг координаталари тўғри чизиқли жойлар, доиравий эгриларнинг марказлари ва уларнинг

12.16-расм. Горизонталли планда клотоидали йўл йўналишини эгилувчан чизғич ёрдамида танлаш.

радиуслари, маълум чегараларда сурилиши мумкин бўлган ярим белгиланган элементлар тўғрисидаги маълумотлар киритилади. Машина бу элементларни клотоидлар, тўғри чизиқлар ёки айланалар ёрдамида ўзаро боғлаб, бирлаштирувчи элементларнинг кўрсаткичларини аниқлайди ва трассани бўлиш учун координаталарни беради.



12.17-расм. Клотоидали йўлни чизиш /тушириш/ учун андаза.

Спайнлар усулида трассанинг андазалар бўйича ёки қўлда белгиланган ва машинага киритилган кўп сонли нуқталарини математик ўртачалаштириш бажарилади. Бунда айрим назорат

нуқталар аниқ белгиланади, бошқалари ёнида эса мумкин бўлган бурилиш жойлари берилган бўлади. Машина лойиҳаланаётган йўлнинг бошланғич йўналишидан оғишлари квадратларининг минимал йиғиндиси талабларидан келиб чиқиб, трассанинг узил-кесил вазиятини белгилайди.

12.5 Йўлни атрофдаги ландшафт билан уйғунлаштирилган ҳолда ўқ чизиғини ўтказиш

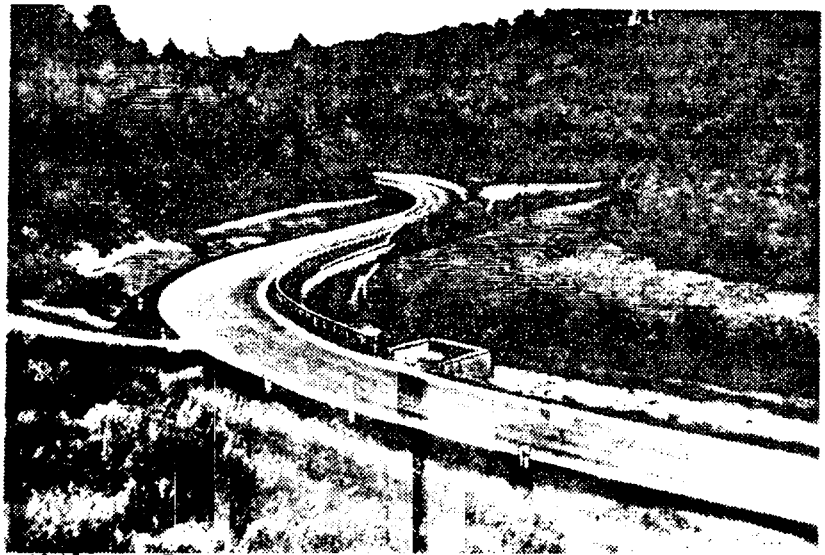
Ҳозирги автомобил йўли кўп йилларга мўлжалланган капитал иншоот бўлиб, улардан ҳар куни минглаб одамлар фойдаланадилар. Шунинг учун йўлларга, ҳамма оммавий фойдаланиладиган иншоотлар каби, атрофдаги табиий манзарага (ландшафтга) ва йўл ёқаси бўйлаб жойлашган иншоотларнинг меъморлик санъатига боғлаган ҳолда бажариладиган ташқи кўринишига юқори эстетик талаблар қўйилади.

Бунда биринчи навбатда йўл ўқини атрофдаги жойнинг рельефи ва ландшафт шаклларига мослаш йўли билан эришилади. Йўлнинг атрофдаги жойга равон қўшилиб кетиши харакат қулайлигини оширади, юриб кетаётганлар олдида табиат гўзаллигини яхшироқ кўринишига, шунингдек, йўл ўтказилиши натижасида табиий манзара қонуниятларининг бузилишини бартараф этишга ёрдам беради. Бундай йўллар харакатланиш учун энг хавфсиз, ҳайдовчилар ва йўловчиларни чарчатмайдиган бўлади ва шу сабабли энг яхши транспорт - фойдаланиш кўрсаткичларига эга бўлади.

Йўлни манзара билан мослаштириш йўл элементларининг манзара элементларига (рельефга, сувли жойларга, ўрмон массивларига, қишлоқ хўжалик ерларига, аҳоли яшайдиган пунктларга, олдин қурилган муҳандислик иншоотларига ва хоказоларга) мослигига ва трассани бу элементларининг боғланиш қонуниятларини ҳисобга олган ҳолда ўтказилишига асосланган бўлиши керак.

Агар йўл ландшафт элементларининг чегаралари (тепаликлар этагида, ўрмон чеккаларида, дарё водийларининг терассалари) бўйича ўтказилган бўлса ёки манзаранинг табиий йўналиши (одатда қийшиқ), масалан, водийда оқаётган сув оқими бўйлаб ўтказилса, у манзара билан яхши боғланади (12.18 - расм). Бунда ҳар қайси манзарада мавжуд бўлган ва уни тавсифлайдиган элементларга қараб мўлжал олиш зарур. Йўл ландшафтни белгиловчи йирик жойлар бўйича ўтиши, жойнинг жуда кўп майда-чуйда ноқулайликлари ҳисобга

олинмаслиги керак, уларнинг кесишган жойлари йўл пойининг ёнбағирларини ётиқ қилиб олиш йўли билан текисланади.



12.18-расм. Ландшафт элементларининг чегараси бўйича ўтказилган клотоидали йўл ўқ чизиғи.

Бу қоиданинг бузилиши йўлнинг фазовий равонлигининг бузилишига олиб келади.

Чўл районларида йўл ўтказишда планда ва профилда бирон бир чекланишлар юзага келмайди. Кўпинча бир неча ўнлаб километрли тўғри йўлларни ўтказиш мумкин. Бироқ бир хил тарздаги очиқ текис жойларда узун тўғри участкалар бўйича ҳаракатланишда юк автомобилларининг ҳайдовчилари жуда чарчайди ва эътибори сусаяди.

Енгил автомобилларнинг ҳайдовчилари, аксинча, тезликни назорат қилиш хусусиятларини йўқотади. Кечаси узун тўғри участкаларда ҳайдовчиларнинг рўпарадан келаётган автомобил чироқлари ёруғлигидан кўзлари қамашиб қолиш хавфи кучаяди.

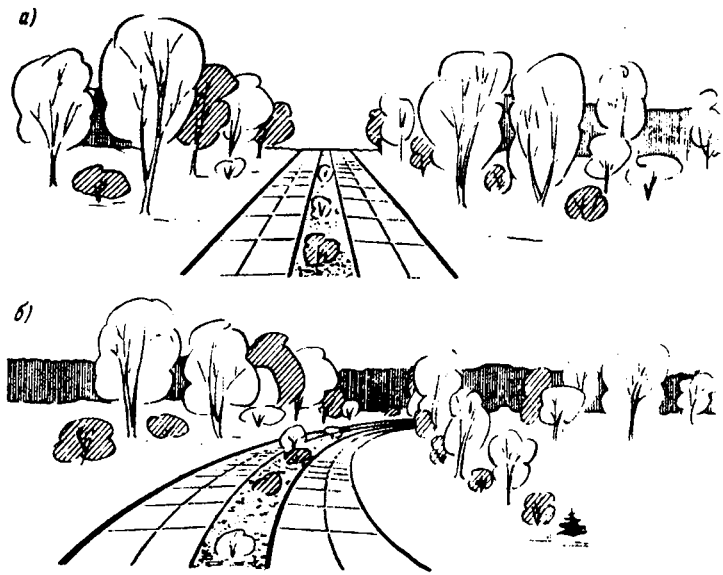
Буларнинг ҳаммаси йўл-транспорт ҳодисалари сонининг ортишига олиб келади.

Йўлларда тўғри участкалар узунлиги 1-тоифали йўлларда 3,5-5 км дан ошмаслиги керак. Бу ҳол трассани сунъий равишда эгри қилишни талаб қилмайди, чунки хатто текис рельефли чўлларда ҳам бурилиш бурчаклари киритишни оқловчи кўпгина сабаблар топилади.

Булар жумласига ноқулай грунт шароитлари-юза ботқоқланган ерлар ва ортиқча шўрланиш доғлари, сув оқиши таъминланмаган жойлар, ўрмон массивлари ва сийрак ўрмонли районлардаги бутазорлар, горизонталли хариталарда тасвирланмайдиган, лекин сув четлатиш шароитларига таъсир қиладиган, рельеф элементлари, қишлоқ хўжалик ерлари, аҳоли яшайдиган пунктлар, пастлик жойлар киради (шамолсиз ёз кунларида пастликларнинг устида туман ҳосил бўлади ва кўришни ёмонлаштиради).

Тўғри участкаларнинг рухсат этилган узунлиги шунингдек атрофдаги жойга боғлиқ. Ҳар қандай ажралиб кўринадиган элементлар ўзига ҳайдовчиларнинг диққатини тортади ва уларнинг диққат-эътиборининг бир жойга жалб қилинишини оширади. Шу муносабат билан жойнинг умумий кўринишида узоқдан ажралиб кўринадиган мўлжалга, - тепаликларга, баланд бинолар ва завод иншоотларига, тошкўмир шахталарининг терриконларига қараб йўналиши ҳамма вақт ўзини оқлайди.

Жойларда табиий мўлжаллар бўлмаганида, уларни сунъий йўл йўл ён томонига дарахтлар ўтқазиш билан яратиш мумкин.

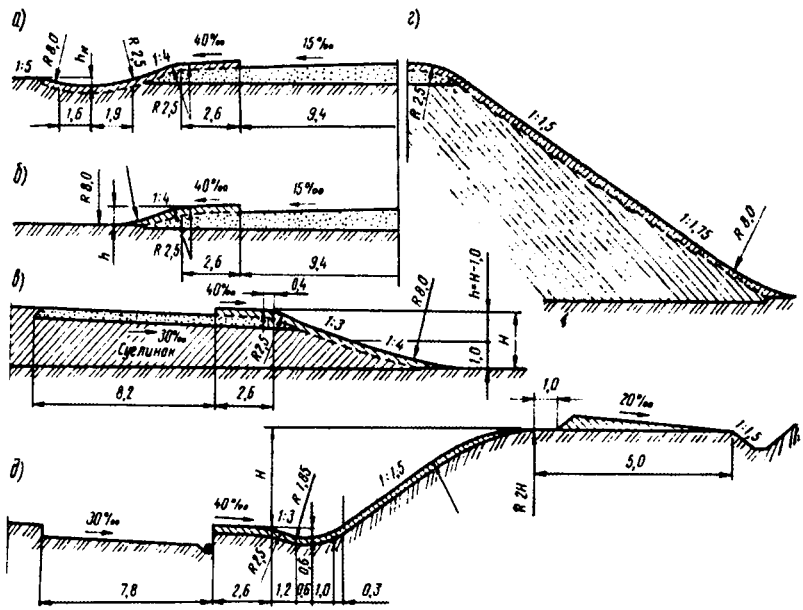


12.19-расм. Йўлларнинг ўрмонли жойларни кесиб ўтиши:
а- тавсия этилмайдиган тўппа-тўғри кесиб ўтиш; б- эгри чизиқ бўйича тўғри кесиб ўтиш (тўғри).

Ўрмон-чўл ландшафти, чўлдагига қараганда анча ривожланган рельефли шакллар билан, сувли водийлар - ўсимлик қоплаган сойлар (шимолда), жарликлар (жанубда) билан тавсифланади. Ўрмонлар орол тарзида жойлашган бўлади.

Рельеф элементлари йўл ўтказишга катта тўсқинлик қилмайди, чунки техник шартлар талабларини қондирган холда, кичик истиснолар билан йўлни исталган йўналишда ўтказиш мумкин.

Ўрмон-чўлларнинг жанубий қисмида ва чўл қисмида мавжуд ўрмонларни ва ҳатто алоҳида дарахтлар гуруҳини сақлаб қолиш катта ахамият касб этади. Йўлнинг ҳатто унча катта бўлмаган бутазорларни айланиб ўтиши мақсадга мувофиқдир, бунда йўл уларнинг чеккасидан ўтказилади. Кесиб ўтиш албатта мураккаб бўлганида йўлнинг ўрмонга эгри чизиқли кириши яхшироқдир (12.19- расм).



12.20-расм. Йўл пойининг суйриланадиган кўндаланг профиллари: а - паст кўтарма ёнида ариқча ўрнига қурилган нов; б - паст кўтарма ва унинг ёпиқ ёнбағирлари билан; в - баландлиги 2 м гача бўлган кўтарма; г - ёнбағирларининг тиклиги ўзгарувчан баланд кўтарма; д - кичик новлар қурилган ва ёнбағирларининг четлари ейсимонланган ўйма.

Ўрмондан чиқиб келаётган автомобилга шамол таъсири тўсатдан зўраймаслиги учун ўрмонга кириш жойида қалинлашиб борадиган дарахтлар гуруҳини ўтқазиш керак. Тўғри йўл участкаларида ўрмонларни кесиб ўтишда ўрмонни қатъий симметрик тарзда кесиб ўтиш ҳам, ўрмондан тор полоса ажратиш ҳам ҳунук кўринади.

Тепаликли манзара рельефнинг йирик элементларидан ташкил топади. Ер қазиш ишлари ҳажмини камайтириш учун трассани рельефга қўшилиб кетган ва ландшафтнинг йирик элементлари ўртасидаги ўтиш жойида жойлашган равон эгри чизиқлар тарзида ўтказиш мақсадга мувофиқдир.

Йўл тоифаси қанча юқори ва йўл пойи қанча кенг бўлса, йўл рельефнинг шунча йирик элементлари билан боғланиши керак. Йўл кесиб ўтадиган чоғроқ ботиқликлар ва тепалик тармоқларининг таъсирини текислаш ишларини бажариш ва йўл пойининг суйри ёнбағирларини қуриб ёндош жойга равон туташтириш йўли билан бартараф этиш керак. Тепаликли манзара шароитида план ва профил элементларининг ўзаро ва ландшафт элементлари билан боғланиш принципининг бузилиши кўзга яққол ташланади, чунки баланд жойлардан одатда йўл узоқ масофалардан очиқ кўриниб туради.

Тоғлик жойларда манзаранинг баланд элементлари шунчалик кўп бўладики, уларга йўлнинг хар қандай бўйсинмаслиги катта хажмдаги қоя ишлари ва қимматга тушадиган муҳандислик иншоотлари қуриш билан боғлиқ бўлади. Тоғ йўлларини манзара билан уйғунлаштириш-тоғ рельефининг элементларини айланиб ўтишдани иборат. Бунда йўл тоғ рельефининг элементларидан мумкин қадар кам, яъни рельефнинг қийин шароитларида план ва профил элементларига қуйиладиган энг кичик талабларга риоя қилиш учун зарур бўлган энг кичик масофада ўтилади.

Қурилган йўл тоғлик жойнинг янги манзарасини шакллантиришда ташкил этувчи ролга эга бўлиб қолади. Мухандислик иншоотлари (серпантинлар, тиргак деворлар, кўприклар) ва махсус иншоотлар (тоннеллар, кўчкига ва селга қарши галереялар) қияликларнинг бир хил тарздаги сиртларида ажралиб туриб, ўзига эътиборни кучайтиради ва шунинг учун манзаранинг характерини белгилайди.

Йўлнинг манзара билан уйғун боғланишига йўл пойининг ва трассанинг мунтазам геометрик элементлари билан тоғ манзарасининг тизимсиз тартибсизлиги орасидаги фарқлар туфайли эришилади. Тоғли йўлларини манзара билан уйғунлаштиришда йўл

пойини токчада қуришда ҳосил бўладиган очилиб қолган жойларни ва ёнбағирларни шакиллантириш, катта ахамиятга эга бўлади.

Барча манзараларда йўлнинг атрофдаги жой билан мослашувида йўл пойи муҳим элемент хисобланади.

Йўлни манзара билан боғлаш тамойили, йўлни жойнинг умумий кўринишидан кескин ажралиб турмаслигини талаб этади. Шунинг учун ландшафтли лойиҳалашда йўл пойи кўндаланг профилида ён томон ёнбағирлари яссиланиб, рельефнинг атрофидаги элементлари сиртига равон ўтувчи қилиб қурилади.

Чуқур ён ариқлар ўрнига кенг кичик новлар қурилади. Йўл ёнбағри ётиқ суйрисимон бўлганда ҳаракат хавфсизлиги ортади,чунки ён ариқлар бўлмаганида бошқарувни йўқотган автомобил ётиқ ёнбағир бўйлаб йўлдан четга чиқиб кетиши мумкин; шунингдек, қор-шамол оқими йўл пойи устидан осон ўтиб, қор қатнов қисмида тўпланмай, автомобил йўлидан ўтиб кетади.

Йўл пойини суйрисимон қилиш учун:

- кўтармаларнинг ёнбағирлари ётиқ қилиб қурилади. Кўтарма қанча паст бўлса, ёнбағирларнинг ётиқлиги коэффициенти шунча катта олинади. Паст кўтармаларда ёнбағирлар 1:5-1:6 нисбатда қурилади;
- Кўтармалар синиқ ёнбағириларнинг нишаби асос (ер сирти) га яқинлашган сари баландлик бўйича 1-1,5 м дан кейин камаяди. Ўймаларнинг ёнбағирлари кўпинча ўзгармас қияликли қилиб қурилади (12.20- расм);
- Ўйма ёнбағри ва кўтарма таги ер сирти билан радиуси 5-10 м доиравий эгри чизиқ бўйича равон бирлашиши керак; Ўймаларнинг бошланишида ишчи белги ўрта қисмидагига нисбатан кам бўлса, ёнбағир қиялигини анча ётиқ қилиб олинади. Автомобил йўлида узун ўймали жойларнинг бир хил турдаги кўринишини йўқотиш учун ёнбағир қиялигига манзарали, зийнатли дарахтлар, буталар экилади.

13- боб

АВТОМОБИЛ ЙЎЛЛАРИНИНГ КЕСИШИШИ

13.1 Йўлларнинг бир сатҳда кесишиши

Автомобил йўлларининг бир сатҳда ўзаро ёки темир йўллар билан кесишган жойлари уларнинг қолган узунликларига қараганда кўпроқ банд бўлади, чунки кесишиш жойларидаги ҳаракат жадаллиги кесишувчи йўллар бўйича жадалликларнинг йиғиндисига тенг.

Тўғри йўналишларда кетаётган автомобиллар учун кесишишлар бўйича ҳаракатланиш шароитлари айрим автомобилларнинг бурилиб маневр қилишлари ҳосил қилинадиган ҳалақитлар билан мураккаблашади.

Автомобилларнинг бир сатҳда кесишишларидаги мумкин бўлган траекториялари (13.1-расм) ҳаракат оқимларининг 16 та кесишиш нуқтасини, 8 та тармоқланиш нуқталарини ва 8 та қўшилиб кетиш нуқталарини хосил қилади. Тўқнашув нуқталари деб юритиладиган бу нуқталарда автомобиллар тўқнашиб кетиши мумкин. Кесишувчи йўлларда ҳаракатланиш жадаллиги қанча юқори бўлса, ва ўнгга айниқса, чапга бурилиб маневр қилувчи автомобиллар улуши қанча кўп бўлса, йўл- транспорт ҳодисалари юз бериши хавфи шунча юқори бўлади.

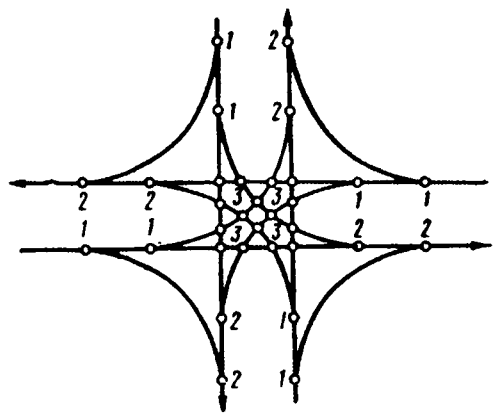
Йўлнинг бир сатҳда кесишган жойларини энг хавфли участкалар деб қараб, уларни кўриниши яхши таъминланган жойларда, тўғри чизиқларда, бўйлама профилнинг паст жойларида жойлаштириш маъқулдир.

Бир сатҳда II тоифали йўлларни IV ва V тоифали йўллар билан, шунингдек III, IV ва V тоифали йўлларни ўзаро кесиштиришга рухсат этилади, бунда кесишган жойларда келажакдаги жами ҳаракат жадаллиги 8000 келтирилган авт/сут дан ортмаслиги керак.

Бир сатҳда ҳаракатланиш шароитларини яхшилашнинг энг самарадор тадбирларидан бири ҳаракатни каналлаштириш-хар қайси ҳаракат йўналиши учун йўлнинг қатнов қисмида мустақил полоса

ажратишдир. Уни қуйидагича амалга ошириш мумкин: қопламадан кўтарилиб турадиган ёки унда бўёқ билан тасвирланган йўналтирувчи оролчалар қуриш йўли билан;тўғри йўналишда кетаётган автомобилларга ҳалақит бермасдан чапга бурилиш имкониятини амалга ошириш учун автомобиллар кутиб турадиган қўшимча полосалар ажратиш йўли билан; бурилаётган автомобиллар тезликларини равон ўзгартириши учун йўлнинг қатнов қисмида қўшимча полосалар қуриш йўли билан.

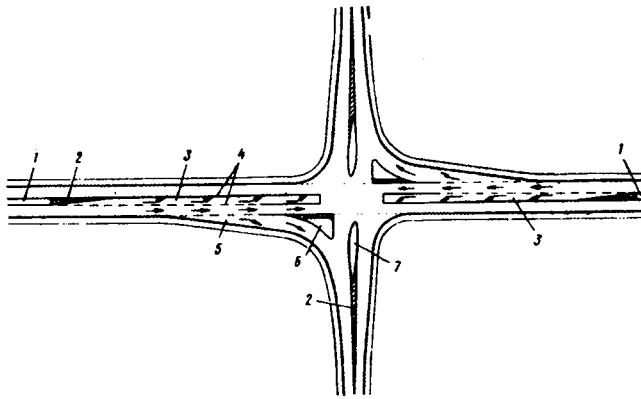
Ҳаракат оқимларини аниқ кўрсатиш ва тўқнашув нуқталарини ажратиш учун асосий конструктив ечим томчисимон чўзиқ (суйриланадиган) оролчалар қуришдан иборат. Улар кесишишларни режалаштириш ечимларини яхши кўрсатади ва оролчани чапга бурилишда катта радиусли эгри чизиқ бўйича равон айланиб ўтишни енгиллаштиради (13.2-расм).



13.1-расм. Бир сатҳда кесишувда ҳаракат оқимларининг кесишув ва қўшилув жойлари:
1 - ҳаракат оқимлари ажраладиган нуқта; 2 - ҳаракат оқимлари қўшиладиган нуқта; 3 - ҳаракат оқимлари кесишадиган нуқта.

Кесишиш турини танлаш учун графикдан фойдаланилади. Бу график ҳар қайси тур автомобилнинг кесишиш жойларидан ўтиш имкониятини кутишдан минимал йўқотишларини хисобга олган

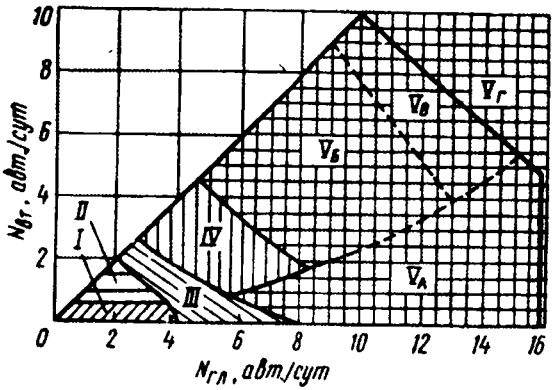
ҳолда ҳар қайси тур кесишишлардан рационал фойдаланиш сохасини белгилайди (13.3 - расм).



13.2-расм. Каналлаштирилган ҳаракатли йўлларнинг кесишуви ва қўшилуви:
1 - ажратиш полосаси; 2 - қопламага бўёқ билан чизилган оролчалар; 3 - чапга бурилишни кутадиган автомобиллар учун қатнов қисмининг қўшимча полосаси; 4 - қатнов қисмдаги белги чизиқлари; 5 - асосий йўлда ўнгга бурилиш полосаси; 6 - учбурчак оролчалар; 7 - томчисимон оролчалар.

Қор қатлами узоқ ётмайдиган районларда чўзинчоқ оролчалар йўлнинг қатнов қисмидан 10-15 см кўтарилиб турадиган қилиб қурилади, уларни қора-оқ полосали нишабли ҳошия билан белгилаб қўйилади. Қиши узун ва қор кўп ёғадиган районларда кўтарилиб турган оролчалар қопламадан қорни механизациялаштирилган усулда кураб ташлашни қийинлаштиради, шунинг учун бу ерларда оролчалар қопламага бўёқ суркаб белгиланади.

Оролчаларнинг қиёфаси ва кириб келиш йўлларининг жойлашиши автомобилнинг ҳаракат траекториясига мос келиши керак (13.4 - расм).



13.3-расм. Кесишиш схемасини танлаш графиги:

$N_{гл}$, $N_{вг}$ - асосий ва иккинчи тоифали йўлларда ҳаракат интенсивлиги; I - оддий жиҳозланмаган кесишишлар; II - иккинчи даражали йўлда йўналтирувчи оролчалари бўлган қисман каналлаштирилган кесишишлар; III - асосий ва иккинчи тоифали йўлларда йўналтирувчи оролчалари бўлган ва асосий йўлда ўтиш-тезкор полосалари бўлган каналлаштирилган кесишишлар; IV - ҳалқасимон кесишишлар; V_A - энг тиғиз йўналиш бўйича энг яхши ҳаракат шароитларини таъминловчи ҳалқасимон кесишишлар; V_B - ҳалқасимон кесишишлар босқичли қурилишнинг биринчи босқичи сифатида, кейин эса улар турли сатҳларда лойиҳаланиб, қайта қурилади; $V_Г$ - турли сатҳлардаги кесишишлар.

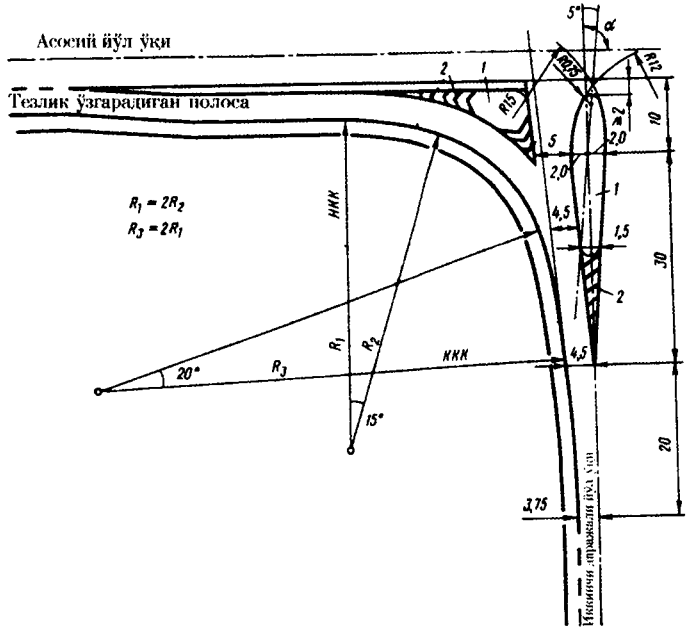
Йўлларнинг кесишган жойларини лойиҳалашда шаффоф лекалолар тўпламидан фойдаланилади.

Оролчалар ўртасидаги қатнов қисмининг эни йўлдан чиқиш жойидаги эгриликнинг радиусига қараб қабул қилинади:

Эгрилик радиуси, м	10	15	20	30	40	50	60
Ҳаракат полосасининг эни, м	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,5	4,2

Бир сатҳда кесишишларнинг намунавий лойиҳаларини танлашда ва боғлашда турли йўналишлар бўйича кетаётган оқимлар ҳаракатининг таркибини ва жадаллигини ҳисобга олиш зарур. Кесишишларни лойиҳалашда қуйидаги тавсияларга амал қилингани маъқул:

кесишиш бурчакларининг кўринишнинг энг яхши шароитларига мос келиши (камида 60-75^0 бурчак остида кўшилиш);



13.4-расм. Томчисимон ва учбурчак оролчаларни режалаш:
1 - баландлашувчи оролча; 2 - қопламада бўёқ билан чизилган белги полосалари.

жадаллиги энг юқори транспорт оқимларига имтиёзли ҳаракатланиш шароитларини таъминлаш;

кесишиш майдонида оқимларни ажратувчи оролчаларни қуриш йўли билан ҳаракатланиш оқимларининг кесишиш нуқталарини бир-биридан иложи борича узоқлаштириш;

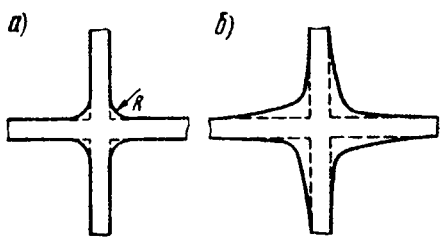
кесишиш майдонининг автомобиллар оқими фойдаланмайдиган қисмини заҳира зоналарга ажратиш;

чапга буриладиган автомобиллар улуши катта бўлганида қўшимча полоса қуриш;

бу полосада автомобиллар оролча панасида, тўғри йўналишда ҳаракатланаётган автомобилларга ҳалақит бермасдан, бурилиш имкониятини кутиб туришлари мумкин;

йўналтирувчи оролчаларни кесишиш ва қўшилиш жойларида шундай жойлаштириш керакки, улар ҳар қайси вақт пайтида ҳайдовчига кўпи билан иккита: тўғрига ва бурилишга ҳаракатланиш йўналишини танлаш имкониятини берсин.

Бир сатҳдаги энг оддий кесишишларнинг ўтказиш қобилияти йўлларни туташтирувчи эгри чизиқларнинг радиусларига боғлиқ. Бизда қатнов қисмининг ички чети бўйлаб (13.5-расм, а) эгри чизиқларнинг радиуслари IV ва V тоифали йўллар учун 15 м ва 1 ҳамда II тоифали йўлларда 25 м гача қабул қилинади.



13.5 -расм. Бир сатҳдаги энг оддий кесишишлар схемаси:
а - одатдаги кесишишлар;
б - ўтказиш қобилияти оширилган носимметрик кесишиш.

Англияда бир сатҳдаги носимметрик кесишишлар кенг тарқалган, уларнинг ўтказиш қобилиятлари катта. Улар кириб келиш жойларида чиқиб кетиш полосаларидагига қараганда катта кенгликка эга бўлади (13.5 расм, б). Бурилаётган автомобилларнинг транспорт оқимига қўшилиш шароитлари яхшилаганлиги туфайли ўтказиш қобиляти тахминан 30% га ортади.

13.2 Бир сатҳдаги ҳалқасимон кесишишлар

Бир сатҳда энг хавфсиз кесишиш турларидан бири катта радиусли марказий оролча атрофида ҳалқасимон кесишув ҳисобланади, бунда автомобилларнинг ҳамма манервлари оқимга қўшилиш ва ундан чиқишдан иборат бўлади (13.6 - расм). Ҳамма йўллар бўйича кесишиш жойига келувчи транспорт воситалари бир

оқимга қўшилиб, кесишиш марказида жойлашган оролчани айланиб ўтадилар. Ҳалқанинг ўлчамлари унда берилган ҳаракат тезлиги таъминланадиган қилиб танланади, ҳалқанинг кесишадиган йўллар орасидаги участкаси автомобилларнинг қайта гуруҳланиши, уларнинг ҳалқасимон оқимга қушилиши ва керакли йўналишда чиқиб кетиш имкониятини таъминлайдиган узунликда бўладиган қилиб танланади.

Автомобилларнинг ҳалқа бўйлаб бир йўналишда ҳаракатланиши ҳаракатни аниқ ташкил этишга ва уни тартибга солишга имкон беради. Бироқ ҳалқасимон кесишувлар катта майдонни эгаллайди, уларда автомобилларнинг кайта гуруҳланиши узлуксиз равишда содир бўлиб туриши сабабли ҳаракат тезлиги келиш йўлларидаги тезликка қараганда анча пасаяди.

Ҳалқасимон кесишишнинг қатнов қисми бўйича ҳисобий ҳаракатланиш тезлиги марказий оролчанинг диаметрига боғлиқ:

Марказий оролча диаметри, м	≤ 15	30	≥ 60
Тезлик, км/соат	20	25	30

Шунинг учун кўпинча марказий оролчанинг ўртача диаметри (25-60 м) танланади. Бундай оролчада ҳаракатланиш траекториялари ўткир бурчак остида кесишади; кичик (< 15 м) диаметрли оролчалар ҳам кенг тарқалган, булар ҳайдовчиларни оролча атрофида ҳаракат тезлигини хавфсиз қийматигача пасайтиришга мажбур этади.

Йўлларнинг оролчага қўшилиш жойида қарама-қарши оқимларни ажратиш учун йўналтирувчи учбурчак оролчалар қурилади (13.6 расмга қаранг). Уларнинг жойлашуви ва йўлларни ҳалқага туташтирувчи эгри чизиқларнинг радиуслари ҳалқага киришда ва ундан чиқишда тезликни равон пасайтириш имконини бериши лозим. Туташтирувчи эгри чизиқларнинг қуйидаги радиуслари тавсия этилади (кичик қийматлар қийин шароитларда жойлашувларга мос келади):

Марказий оролча диаметри, м	15	30	≥ 60
Туташишлар радиуслари, м	20/15	30/20	50/35

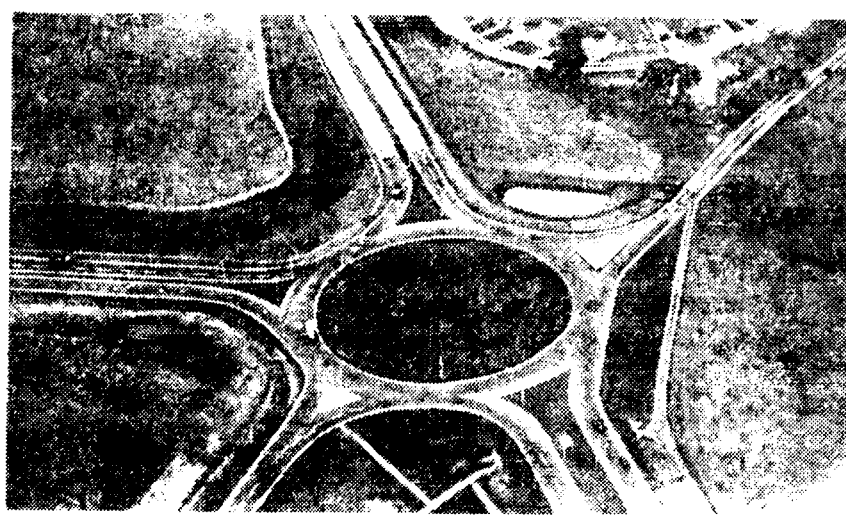
Ҳалқасимон кесишишнинг қатнов қисмидаги зарур ҳаракатланиш полосалари сони ва уларнинг эни марказий оролчанинг диаметрига қараб танланади:

Оролчанинг диаметри, м	20	40	60	80	100
Ҳалқадаги ҳаракатланиш полосалари сони	2	2	3	3	3
Ҳаракатланиш полосасининг эни, м	6	6	5,5	5,0	4,5

Ҳалқасимон кесишиш тури кесишувчи йўллардаги ҳаракат жадаллигига боғлиқ (13.3-расмга қ.). Олий тоифали йўлларда кичик марказий оролчали (D<25 м) ва кириб келишда полосалар сони оширилган кесишувлар бўлиши тавсия этилади.

Жами ҳаракат жадалликлари 5 минг дан 9 минг авт/сут гача бўлганида ўртача оролчали (D=35-60 м) кесишувлар, кесишувчи йўллар сони 5 дан ортиқ бўлганида катта оролчали кесишувлар қилинади.

Ҳаракат жадалликлари 3 мартадан кўпроқ фарқ қилганида чўзиқроқ оролча қуриш йўли билан, асосий йўналиш бўйича ҳаракатланиш учун яхши шароитлар яратилиши мумкин.



13.6-расм. Бир сатҳдаги ҳалқасимон кесишиш.

13.3 Тезликни ошириб ўтиш полосалари

Кесишишлардан ўтиш тезлиги йўлларнинг уларга туташадиган жойларидагига қараганда кам бўлади. Автомобилнинг кесишишга катта тезликда бевосита кириб келиши ва айни вақтда автомобилларнинг кесишишдан асосий йўлга паст тезликда ўтиши йўл-транспорт ходисалари рўй бериш хавфини туғдиради. Бундай холларнинг юз бермаслиги учун йўлларнинг кесишишга туташиш участкаларига қатнов қисмининг қўшимча полосалари қилинади, улар асосий қатнов қисмидан буёқ суртилган ажратиш чизиқлари билан ажратиб қўйилади, баъзан грунтли ажратиш полосалари билан ажратиб қўйилади. Қўшимча полосалар асосий йўлдан туташувчи йўлга бурилувчи автомобилларга, тўғри йўналишда келаётган автомобилларга ҳалақит бермасдан, тезликни олдиндан камайтиришга, магистрал йўлга кирувчи автомобилларга эса, аксинча, бу йўлда кетаётган автомобилларнинг тезлигига қадар шиғов олишига имкон беради.

Бундай ҳаракатланиш полосалари шиғов олиш ва тезланиш полосалари ёки тезликни ошириб ўтиш полосалари деб аталади.

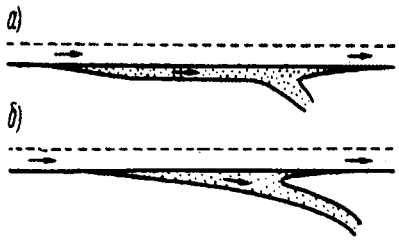
Қурилиш меъёрлари ва қоидалари I-III тоифали йўлларда албатта кесишувлардан тушиш ва бир сатҳда туташиш жойларида тезликни ошириб ўтиш полосалари қуришни кўзда тутади, бунда I тоифали йўлларда пастга тушувчи йўл бўйлаб 50 дан ортиқ келтирилган авт/сут, II ва III тоифали йўлларда эса 200 дан ортиқ келтирилган авт/сут ўтиши керак. Турли сатҳларда кесишган I ва III тоифали йўлларнинг кесишувларида ва туташиш жойларида тезликни ошириш полосалари бўлиши мажбурийдир.

Тезликни ошириш полосаларининг узунлиги L (метрларда) автомобилларнинг асосий йўлдаги тезлиги ϑ_1нинг бурилиш пайтида $\vartheta_2 \approx 20$ км/соат гача пасайиши шартидан белгиланади:

$$L = \frac{\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2}{26a}$$

бунда кузатишлар асосида автомобилнинг тезланиши a шиғов олишда 0,9-1,2 м/с^2, секинлашишда 1,75-2,5 м/с^2 га тенг олинади. Амалда йўл тоифаси ва кесишиш жойидаги бўйлама нишабига қараб тезликни ошириш полосалари ишчи қисмининг узунлиги 30 дан 230 м гача масофани ташкил этади.

Тезликни ошириш полосалари кесишиш жойида икки турда бўлади: асосий қатнов қисмига параллел бўлган эни ўзгармас (13.7 расм, а); қатнов қисмига равон қўшиладиган эни аста-секин торайиб борувчи (13.7 расм,б).



13.7-расм. Тезликни ошириш полосаларни режалаш.

Тезликни ошириш полосларининг биринчи тури юқори тоифали йўлларда қурилади, чунки улар тезликни ўзгартиришга энг яхши имконият яратади. Бу холда шиғов олиш полосаси икки қисмдан иборат бўлади: тезликни ўзгартириш ва ҳаракат оқимига туташиш участкалари (автомобил бу жойда транспорт оқимининг тезлигигача шиғов олади ва автомобиллар ўртасидаги интервални кутган холда ҳаракатланади, бу интервалдан оқимга қўшилиш учун фойдаланиш мумкин);

тезликни ошириш полосасининг асосий қатнов қисми билан туташиши учун эни аста-секин камайиб борадиган участка.

Тезликни ошириш полосаларининг иккинчи тури ҳаракат жадаллиги кам бўлган йўллар учун яроқли, бунда асосий йўлда интервални кутмасдан транспорт оқимига қўшилиши эхтимоли етарлича катта бўлади. Шиғов олиш ва тормозлаш полосаларининг эни асосий йўлдаги ҳаракатланиш полосасининг энига тенг қилиб олинади.

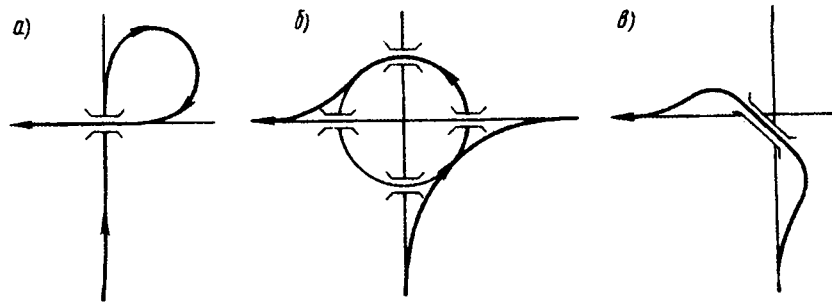
13.4 Йўлларнинг турли сатҳдаги энг оддий кесишуви ва туташуви

Ҳаракат жадаллиги юқори бўлган йўлларда ҳаракатнинг тўхтовсизлиги ва хавфсизлигини таъминлаш учун сатҳларда остин-устун ўтадиган чорраҳалар қуриб, йўлларнинг кесишув жойларида транспорт оқимларига ҳалақитларни батараф этиш талаб этилади. Бундай остин-устун чоррахалар I тоифали йўлларнинг барча тоифали йўллар билан кесишувларида, I б ва II тоифали йўлларнинг ўзаро ва уларга туташадиган йўлларда,шунингдек, II ва III тоифа йўлларнинг ўзаро кесишиш жойларида ва III тоифали йўлларнинг ўзаро кесишиш жойларида қурилади, бунда истиқболдаги жами ҳаракат жадаллиги 8000 келтирилган авт/сут дан ортиқ бўлиши керак.

Турли сатҳларда кесишишларни қуришда қуйидаги афзалликларга эришилади: кесишадиган йўлларнинг бири орқали йўл ўтказғич қуриш ҳаракат оқимларини ҳар икки йўл орқали тўғри йўналишда, бурилаётган автомобилларнинг ҳалақитсиз, тезликни пасайтирмасдан осон ўтказиб юборишга имкон беради; бир сатҳда кесишишларга қараганда кесишувчи транспорт оқимларининг ҳаракатини аниқ ташкил этишни таъминланади; ҳаракат хавфсизлигини, айниқса чапга бурилишдаги хавфсизликни кескин оширади. Бироқ, турли сатҳларда кесишиш қурилиш ишлари қийматини жуда ошириб юборади.

Турли сатҳларда кесишишда кесишувчи асосий магистраллардан бири иккинчисининг устидан йўл ўтказғич орқали ўтади.

Ўнга бурилишлар ўнгга бурилиш йўллари деб аталадиган йўллар бўйича ҳалақитсиз амалга оширилади. Тушиш йўлларидаги ҳалақитлар бурилаётган автомобиллар кесишадиган йўллар орқали транспорт оқимига қўшилганида ҳосил бўлиши мумкин. Турли сатҳларда кесишишнинг турли схемаларини келтириб чиқарувчи асосий қийинчиликлар бурилишларни ташкил этиш мураккаблиги натижасида юзага келади, уларни 13.8-расмда келтирилган учта усулнинг бирини қўллаб амалга ошириш мумкин.



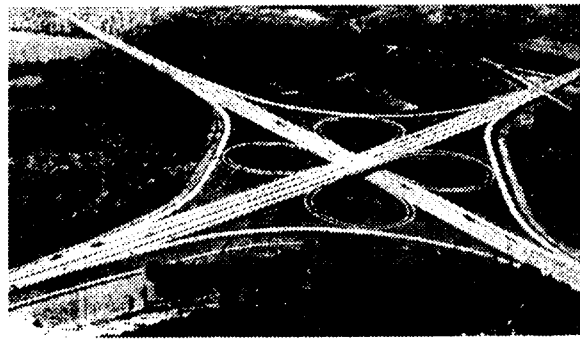
13.8-расм. Турли сатҳларда кесишишларда чапга бурилишларни амалга ошириш схемаси:

а - кўприкни ўтгандан кейин ўнгга 270° га бурилиш ёрдамида; б- тақсимлаш ҳалқаси бўйича; в- махсус чапга бўрилишли тушиш йўллари билан.

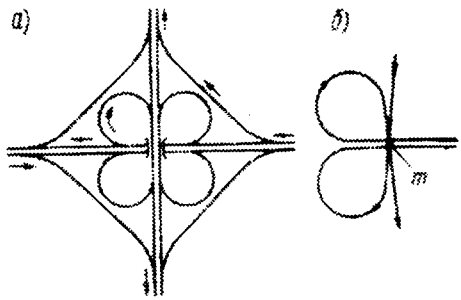
Турли сатҳларда кесишувлар ҳам чиқиб кетувчи, ҳам кириб келувчи автомобиллар юзага келтирадиган ҳалақитлар туфайли йўлнинг ўтказиш қобилятини камайтиради, лекин бу камайиш бир сатҳдаға кесишишлардагига қараганда кам бўлади. Шунинг учун йўлга кириб келиш йўллари I а тоифали йўлларга камида 10 км оралатиб, I ва II тоифали йўлларда 5 км оралатиб, III тоифали йўлларда 2 км оралатиб жойлаштирилиши керак.

Ҳозирги оддий ва энг кўп тарқалган турли сатҳда кесишув тури «беда барги» дир (13.9 - расм), бунда чапга бурилишлар кўприкни ўтгандан кейин ўнгга 270° га буриш йўли билан чап бурилишли сиртмоқ бўйича амалга оширилади.

«Беда барги» туридаги кесишувларнинг камчилиги чапга буриладиган автомобиллар босиб ўтадиган йўлнинг ўнгга буриладиган автомобиллар босиб ўтиши учун зарур бўлган йўлдан анча узунлигидир (13.10 расм, а). Бироқ ўнгга бурилишли сиртмоқлар учун ҳам сиртмоқлар ичида ўнгга бурилишли пастга тушиш йўлларининг чапга бурилишли сиртмоқлари бўлганлиги туфайли пастга тушиш йўллари анча узаяди. Шунинг учун «беда барги» схемаси бўйича кесишиш катта майдонни эгаллайди, бунда пастга тушиш йўллари орасида жойлашган ерлардан фойдаланиш қийин.



13.9-расм. «Беда барги» симон туридаги кесишиш.



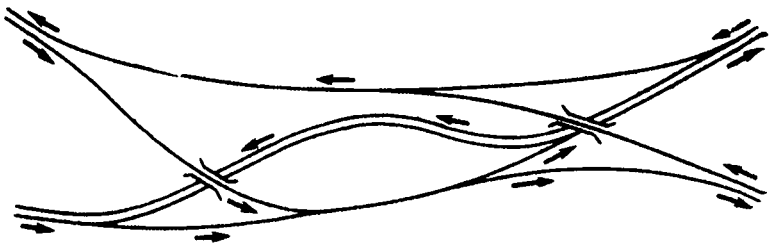
13.10-расм. «Беда барги» симон туридаги кесишиш схемаси:
а - умумий схема; б - кўприк остида буриладиган транспорт оқимларининг қўшилиб кетиши.

«Беда барги» туридаги кесишишларнинг ўтказиш қобилияти m нуқтада автомобиллар оқимларининг чатишиб кетиши туфайли чекланган бўлади (13.10-расм, б). Чатишиб кетишлар йўл ўтқазгич чегарасида ва унинг остидаги чап бурилишли сиртмоқлари қўшилган жойларда юз беради, бу ерда баъзи автомобиллар транспорт оқимига киради, бошқалари эса ундан чиқади. Бу маневрлар транзит ҳаракат оқимига ҳалақитлар юзага келтиргани учун, кесишишларда буриладиган автомобиллар улуши кўп бўлганида қатнов қисмининг қўшимча полосалари яратилади.

Кесишадиган автомобиллар оқимининг жами жадаллиги энг катта қиймати 600-700 авт/соат га етганидан кейин шундай катта ўзаро ҳалақитлар юзага келадики, кесишишларнинг ўтказиш қобилияти тугайди ва тушиб келиш йўлларида автомобиллар навбати

вужудга келади, бунда светофор билан бошқаришни жорий этишга тўғри келади.

Йўллар ўткир бурчак остида кесишиб, чап бурилишли сиртмоқларни киритиш қийин бўлганида иккита кўприк куришни талаб этадиган анча мураккаб чизиқли схема қўлланилади (13.11-расм).

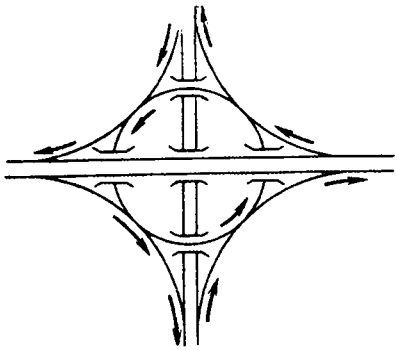


13.11-расм. Чизиқли кесишиш схемаси.

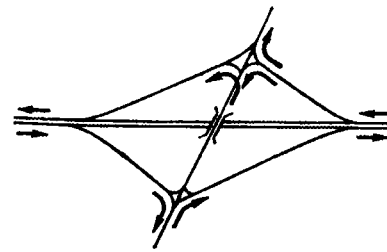
Тақсимловчи ҳалақали кесишув (13.12-расм) йўналишини ўзгартирувчи автомобиллар учун катта қулайлик тўғдиради, чунки «беда барги» турида курилган кесишувдаги чап бурилишли пастга тушиш йўлларидагига қараганда ҳалқа катта радиусли бўлади. Бироқ, бешта йўл ўтқазғич куриш зарурияти ва ҳалқани баланд кўтариш учун ер қазиш ишларининг катта хажмда бажарилиши сабабли ҳалқали кесишиш қиймати анча юқори бўлади.

Ҳалқа бўйича ҳаракатланишда автомобилларнинг кириб келишларида ва пастга тушишларида тез-тез чатишиш маневрлари содир бўлиб туради.

I-III тоифали йўлларнинг анча паст тоифали йўллар билан кесишувларида, қурилиш харажатларини камайтириш мақсадида, кўпинча соддалаштирилган схема бўйича кесишувлар ҳосил қилинади. Бундай кесишувларда юқори тоифали йўлга буриладиган ёки бу йўлдан пастга тушадиган автомобиллар рўпара ҳаракат оқимларини кесиб ўтиб, иккинчи тоифали йўлда чапга буриладилар.



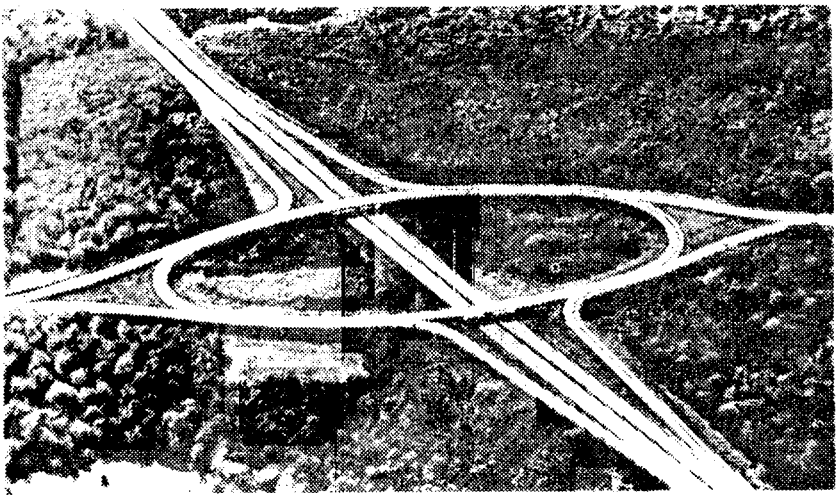
13.12-расм. Тақсимловчи ҳалқали кесишиш схемаси.



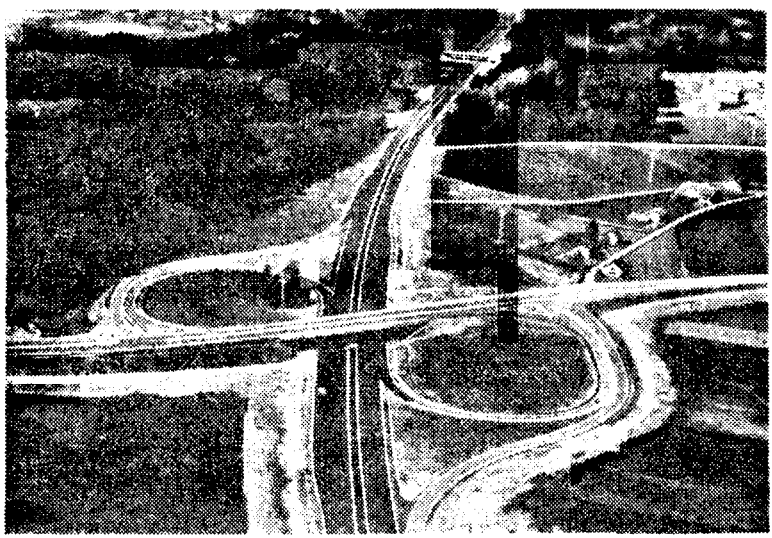
13.13-расм. Ромб типидаги кесишиш схемаси.

Буларга ромб типидаги кесишув (13.13-расм) ёки тўлиқмас тақсимловчи ҳалқа (13.14-расм), шунингдек, тўлиқмас «беда барги» туридаги (13.15-расм) кесишувлар мисол бўла олади. Бундай кесишувларда ҳаракат жаддаллиги энг юқори бўлган йўллар учунгина ҳалақитсиз ва хавфсиз ҳаракатланиш шароитлари таъминланади. Бу йўллардан тушиб келиш йўллари албатта қурилади. Агар иккинчи тоифали йўллардан магистрал йўлга тушаётган ҳаракат оқими жадаллиги унча катта бўлмаса, бундай йўллардан айрим йўналишларда тушиб келиш йўллари қурилмайди. Унча кўп сонли бўлмаган автомобиллар магистралга тушмоқчи бўлса, рўпара ҳаракат оқимини кесиб ўтиб, қарама-қарши йўналишда келаётган автомобиллар учун мўлжалланган кириш йўлларидан фойдаланади.

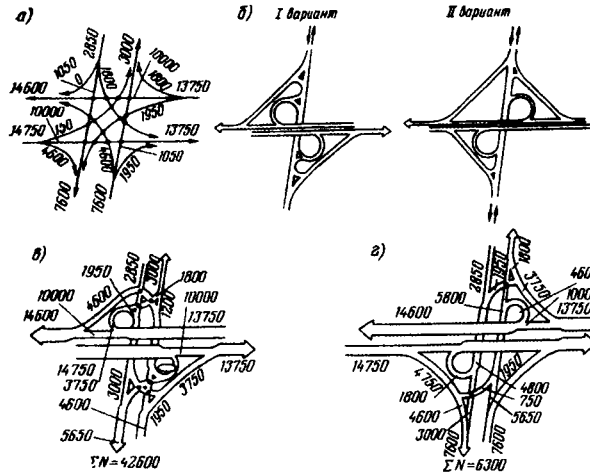
Турли сатҳда тўлиқмас кесишувнинг айрим нуқталарда транспорт оқимларининг кесишувига йўл қўядиган схемасини танлашда ҳамма вариантларининг ичида ҳаракат учун энг кам ҳалақит юзага келадиган, хавфсизлик тоифаси юқори бўлган схема маъқул кўрилади. Бу мақсад учун турли йўналишлар бўйича ҳаракат жадаллиги эпюралари асосида кесишув схемаларининг бир нечтаси белгиланади, улар учун ҳаракат жаддаллиги эпюралари қурилади.



13.14-расм. Соддалаштирилган тақсимлаш ҳалқали кесишишнинг умумий кўриниши.



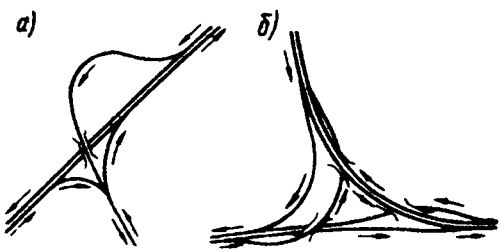
13.15-расм. Тўлиқмас «Беда барги» ли кесишишнинг умумий кўриниши.



13.16-расм. Тўлиқмас «Беда барги» ли кесишишлар схемасини тўқнашув /конфликт/ нуқталарида ҳаракат интенсивликларини жамлаш усули билан таҳлил қилиш:

а - турли йўналишлар бўйича ҳаракат интенсивлиги, авт/сут;

б - кесишишларнинг қиёсланадиган схемалари; в,г - тушиш йўллари элементлари бўйича ҳаракат интенсивлиги схемалари.

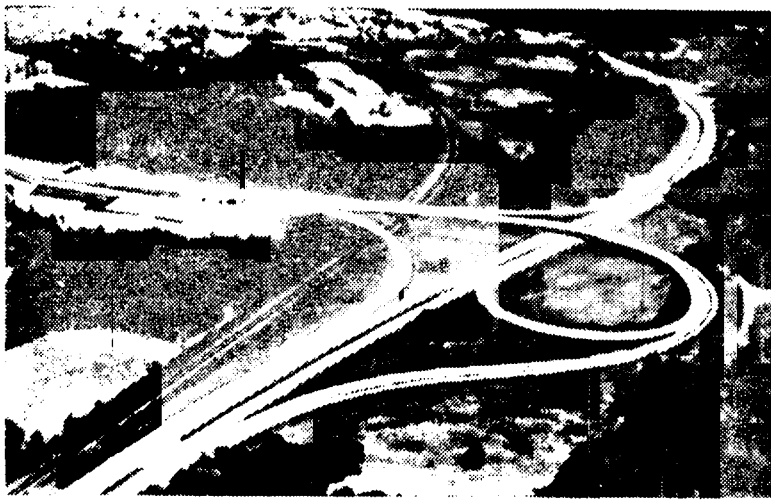


13.17-расм. «Қувур» /а/ ва «учбурчак» /б/ турида қўшилиш схемалари.

Йўл-транспорт ходисаларининг ва ҳаракат учун ўзаро ҳалақитларнинг хавфлигини кесишувчи оқимларниинг жами ҳаракат жаддаллиги билан баҳоланади. Жами ҳаракат жаддалиги қанча кам бўлса, кесишув схемаси шунча мақбул бўлади (13.16-расм).

Автомобил йўлларига қўшилиш кўпинча «кувур» ёки «учбурчак» схемаси бўйича амалга оширилади (13.17 ва 13.18-расмлар).

Турли сатҳдаги кесишувларда қўлланиладиган йўл ўтказғичларнинг турлари йўлнинг кўринишини чеклаб қўймаслиги керак. Энг мақбул конструкцияли йўл ўтказғичларда ажратиш полосасида оралиқ таянчи бўлмайди.



13.18-расм. «Қувур» турида қўшилиш.

13.5 Турли сатҳдаги кесишувлар элементларига қўйиладиган талаблар

Йўлларнинг турли сатҳлардаги кесишувлари - мураккаб ва қимматга тушадиган иншоотлар бўлиб, уларнинг схемасини танлаш пухта техник-иқтисодий асослашни талаб этади. Турли сатҳларда кесишувлар катта майдонни эгалайди, уларнинг пастга тушадиган йўлларнинг ва тезликни ошириш полосаларнинг умумий узунлиги баъзан 2-2,5 км га етади. Шу сабабдан кесишувларнинг ўлчамларини камайтириш учун одатда чапга буриладиган автомобилларнинг тезлигини камайтиришга рухсат этилади.

Тушиш йўлидаги эгриликлар радиусларининг қийматлари ҳаракат қулайлиги ва хавфсизлиги шартлари билан белгиланади. Бу

қуйидаги шартларга риоя қилишни тақоза этади: ҳаракат қулайлигини таъминлаш шартидан кўндаланг куч коэффициентининг рухсат этиладиган қиймати μ = 0,15-0,17; тиркамали автомобилларнинг тушиб келиш сиртмоғига кириш қулайлиги; йўлнинг тўғри тушиб келиш полосасига кириш вақтида эгри чизиққа мослашувда автомобилни бошқариш қулайлиги. Асосий ҳаракатланиш полосасидан эгри чизиққа кескин бурилиб кириш автомобилни бошқаришда қийинчилик тўғдиради ва ҳисобий тезликдан бироз ошишда автомобилнинг қатнов полосасисидан чиқиб кетиши хавфи туғилади.

13.1-жадвал

Кесишув тавсифлари	Қуйидаги тоифали йўллар учун кўрсаткичларнинг қийматлари		
	I	II	III
1	2	3	4
Тушиб келиш йўлларидаги ҳисобий тезлик, км/соат:			
Чапга бурилиш йўлида	≥ 50	≥ 50	≥ 40
Ўнгга бурилиш йўлида	≥ 60	≥ 60	≥ 50
Тушиб келиш йўлларининг бўйлама қиялиги, %о	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Тушиб келиш йўлларида эгри чизиқларининг пландаги энг кичик радиуслари, м:			
«беда барги» туридаги чапга бурилиш йўлида	60	60	50
ўнг томонга бурилиш йўлида	150	150	100
Кесишувларда вертикал эгри чизиқларнинг энг кичик радиуслари, м:			
қаварик эгриларда	2500	2500	1500
ботиқ эгриларда	1500	1500	1200

Тушиб келиш йўлларидаги ҳисобий ҳаракатланиш тезлиги билан асосий йўлдаги транспорт оқимининг ўртача тезлиги ўртасидаги фарқ жуда катта бўлмаслиги керак.

Кириб келишларда ва тушишларда тавсия этиладиган хисобий тезликлар 13.1-жадвалда келтирилган.

Тушиб келиш йўлларидаги вертикал эгри чизиқларнинг радиуслари пландаги элементларга рухсат этиладиган тезликларга мўлжаллаб хисобланиши зарур. Кесишувларда тушиб келувчи йўллар бир йўлли қилиб қурилади, бироқ автопоездларни ўтказиш учун қатнов қисмининг кенглиги оширилади.

Кесишувларнинг чапга бурилиш сиртмоқларида, уларнинг қандай жойлашишидан қатъий назар, қатнов қисмининг кенглиги 5,5 м, ўнгга бурилиб тушиб келиш йўлларида эса 5 м га тенг қилиб олинади. Тушиб келишларда йўл четининг эни эгриликларнинг ички томонида камида 1,5м, ташқи томонида эса 3 м га тенг бўлиши керак.

Йўл четлари бутун кенглигида қаттиқ қопламали бўлиши ва қатнов қисмидан чегара полосалари билан ажратилиши керак.

13.6 Турли сатҳлардаги мураккаб кесишувлар

Ҳаракат жадаллиги юқори бўлган автомобил магистралларида, айниқса чапга буриладиган автомобиллар улуши катта бўлганида автомобилларнинг чапга бурилиш сиртмоқларида ортиқча йўл босиши ва бунда тезликнинг анча пасайиши натижасида автомобилларнинг жами йўқотишлари жуда сезиларли бўлади. Бундай ҳолларда тезликни пасайтирмасдан энг қисқа йўналиш бўйлаб чап томонга бурилишни таъминлайдиган тушиб келиш йўллари бўлган кесишувлар лойиҳаланади. Бироқ бу ҳол уч ёки тўрт сатҳда мураккаб ва қимматга тушадиган иншоотлар қуриш билан боғлиқ (13.19-расм). Бундай иншоотлар жами ҳаракат интенсивлиги суткасига бир неча юз минг автомобилни ташкил этадиган магистралларда қурилади. Одатда, бундай кесишувлар барча йўналишларда ҳаракатланиш учун бир хилда қулайлик яратади ва шундай қилиб, барча йўналишларда ҳаракат жадаллиги бир хил, йўллар тенг деб фараз қилинади.

Амалда бундай ҳоллар камдан-кам учрайди. Одатда, тушиб келиш йўлларида ҳаракат жаддалиги турли йўналишларда бир

биридан жиддий фарқ қилади. Бу эса кесишувларни ўзига хос индивидуал лойиҳалаб қуриш харажатларини камайтиришга имкон беради: энг кўп банд бўлган йўналишларга катта қулайликлар берилиб, кам автомобиллар фойдаланиладиган тушиб келиш йўлларига камроқ қулайликлар яратилади.

Йўлларнинг турли сатҳларда кесишиш схемасини танлашда қуйидаги шартларни қондиришга интилинади:

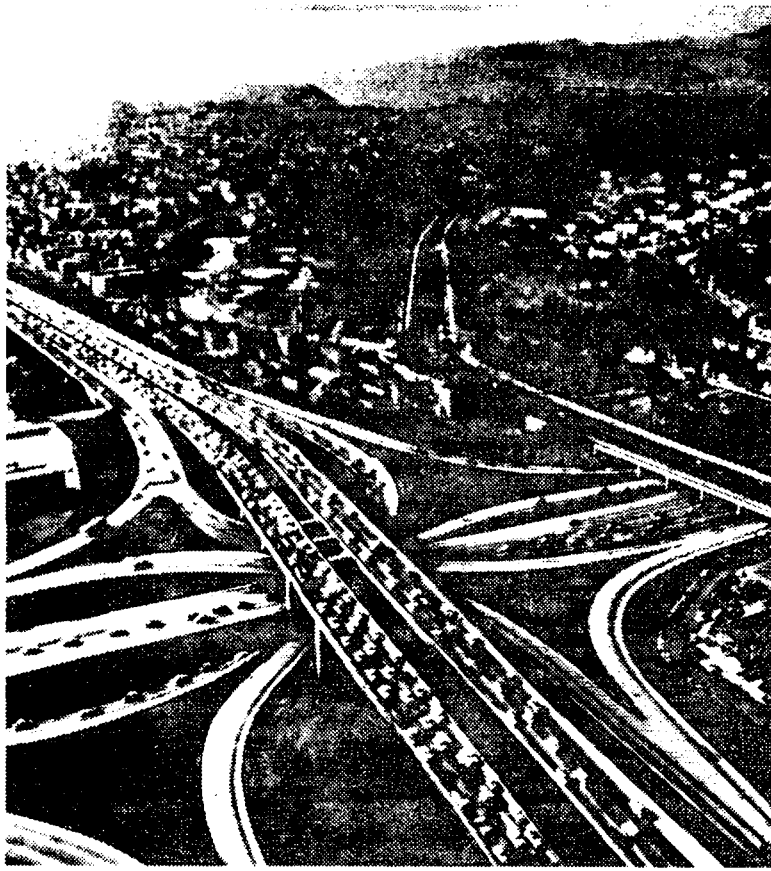
жадаллиги ва аҳамияти бўйича асосий ҳисобланган транспорт оқимлари учун имтиёзли қулай ҳаракатланиш шартини яратиш. Бу йўллардан тушиш йўллари лойиҳада албатта кўзда тутилади;

транспорт оқимларини хавфсиз ва равон ажратиш;

транзит билан келаётган автомобиллар учун мўлжалланган қатнов қисмининг полосаларида ҳаракат оқимлари чалкашмаслиги лозим. Ўнг томонда ҳаракат полосасида кетаётган секинюрар юк автомобиллари йўлдан тушиш учун ўз сафини ўзгартираётганда анча тезюрар автомобилларнинг ҳаракат йўлларини кесиб ўтмасликлари керак;

ҳаракат оқимларининг қўшилиш маневрлари қатнов қисмининг асосий полосаларида эмас, балки қўшимча полосаларида бажарилади. Асосий полосалардаги ажратиш нуқталари мақбул бўлмаса ҳам, бироқ ҳаракат учун кам ҳалақитлар ҳосил қилади.

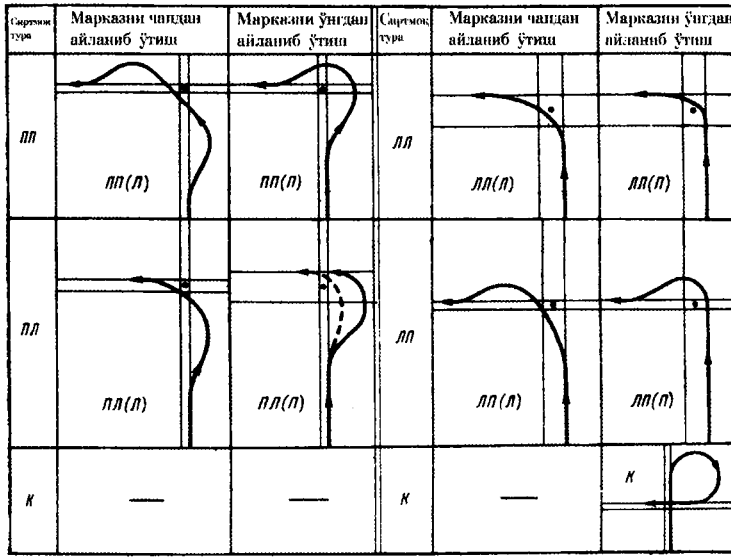
Чапга бурилиб тушиш йўлларини кесишиш геометрик марказига нисбатан (чапдан айланиб ўтадиган ички ва ўнгдан айланиб ўтадиган тушқи) ва бир томонлама ҳаракат учун мўлжалланган қатнов қисмига нисбатан жойлаштиришнинг бир неча тури бўлиши мумкин - ўнг томонлама ва чап томонлама тармоқланиш ва туташиш (13.20 расм). Чап томонга тармоқланишлар йўлдан фойдаланиш шароитларида ноқулай ва хавфли бўлади, чунки бурилишга бораётган юк автомобиллари тўғри йўналишда кетаётган тезюрар енгил автомобилларнинг ҳаракат йўналишларини кесиб ўтади. Чапга бурилиб тушиш йўлларининг саккиз тури чапга бурилиш сиртмоқлари билан биргаликда кўп хил кесишувлар схемасини тузишга имкон беради, улардан кўпи хали амалда жорий этилмаган.



13.19-расм. Чапга бурилишли турдаги тўрт сатҳли кесишиш.

Турли сатҳларда кесишув схемаларининг сони кўп бўлганлиги муносабати билан чапга бурилиб тушиш йўлларини айлана чорақларининг биринчисидан бошлаб кетма-кет тавсифлаб, хавфлар билан белгилаш мумкин. Ўнг томондан тармоқланиш ва туташиш П, чап томондан Л харфи билан белгиланади; чапга бурилиш сиртмоғи К харфи билан белгиланган. Кесишув марказини ташқи томондан айланиб ўтиш (П) харфи билан, ички томондан ўтиш (Л) харфи билан белгиланади. Симметрик кесишувни қисқартириб белгилаш

мумкин. «Беда барги» КККК ёки 4К тарзида ёзилади, тўғри чапга бурилиб кесишув 4ПП (Л) тарзида белгиланади.



13.20-расм. Хар ҳил сатҳлардаги кесишишларда чапга бурилиб тушиш-чиқиш йўлларининг таснифи.

13.19-расм да кўрсатилган кесишув 4ПП(П) деб белгиланиши мумкин. 13.21-расмда мураккаб чорраҳаларнинг бир нечта мисоли келтирилган, уларда барча транспорт оқимларининг кесишуви икки сатҳда юз беради. Бу хол катта ер майдонларини ажратиш ва саккиз-тўққизта кўприк қуриш билан боғлиқ.

Турбина тури деб аталадиган кесишув схемасида тўққизта йўлўтқазғич бор (13.21-расм, а).

Кесишув схемаси (13.21-расм, б) да тақсимловчи ҳалқа ғоясидан қисман фойдаланилади. Барча тушиш йўлларининг қатнов қисмининг чап полосасидан тармоқлантирилиши муваффақиятсиз чиққан. Бу камчилик 13.21-расм, в даги схемада қисман бартараф этилган.

13.21-расм, г даги схемалар ҳаракат билан кам банд бўлган иккита йўналишда чап бурилишли сиртмоқларни ўз ичига олади.

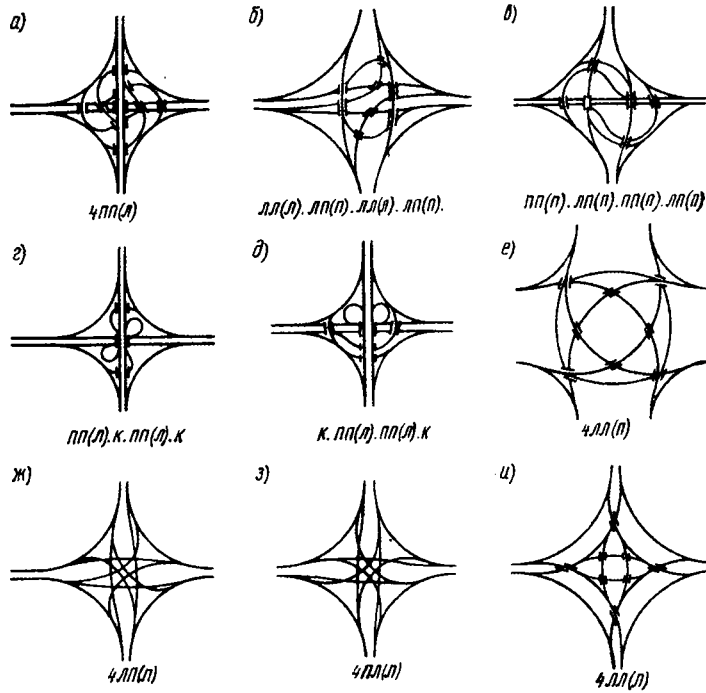
13.21-расм, е чап бурилишли оқимлар учун энг катта қулайлик туғдиради. Чап бурилишли ва ўнг бурилишли тушиш йўллари радиуслари бир-бирига тенг.

13.21 расм, ж, з, и даги схемалар тушиш йўллари марказини ички томондан айланиб ўтади. Турли сатҳдаги мураккаб кесишувларни лойихалаш турли йўналишлар бўйича ҳаракат жадаллиги эпюрасини чизишдан бошланади. Унинг асосида кесишув схемаларининг вариантлари белгиланади. Бунда буриладиган интенсив транспорт оқимларининг ўтиши учун энг қулай шароитлар яратиладиган вариант танланади. Кесишувлар қуриш учун фойдаланиладиган ҳудуднинг шаклини (конфигурация) хисобга олиш керак. Ҳудуд кўриниши кўп ҳолларда кесишув схемаларини танлашда асосий мезон бўлади.

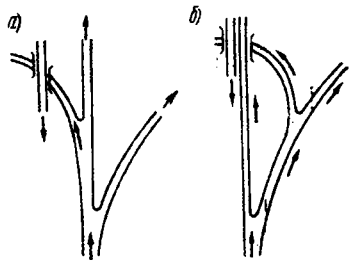
Навбатдаги босқич элементларни берилган хисобий тезлик билан ҳаракатланиш шартидан келиб чиқиб аниқлаш ҳамда уларни планда ва профилда ўзаро боғлаш. Бу - бўйлама нишабнинг максимал рухсат этилган қийматини 40%о гача чегаралаш ва йўл ўтказгични жойлаштиришга керак бўлади.

Кесишувларнинг схемалари транспорт оқимларининг ҳаракатланиш йўналиши нуқтаи назаридан мантиқий бўлиши зарур. Ажраладиган оқимларнинг интенсивлиги энг кам бўлган қисми ўнгга бурилиши, транзитли оқим эса йўлни ўзгартирмасдан давом эттириши керак. Ҳаракат йўналиши равон ўзгартирилиши, ўзгартириш жойлари эса узоқдан кўриниб туриши керак.

Тушиш йўллари оддий ва ҳайдовчилар учун тушунарли жойлашган бўлиши зарур. Тармоқланишлар бир жойдан бошланган кесишувлар энг рационал ҳисобланади. Бундай ечим хайдовчиларнинг кесишувда мўлжал олишини осонлаштиради, улар қаёққа бурилмасин, бурилиш бир жойда бошланади (13.22-расм). Бу ҳол автомобилларнинг қайта сафланишини ва кўрсаткич белгилар қўйишни соддалаштиради.



13.21-расм. Мураккаб кесишишларга мисоллар.



13.22-расм. Тушиш йўлларининг жойлашуви:
а - тавсия этиладигани; б - тавсия этилмайдигани.

Шуниси маъқулки, катта узунликдаги битта йўлда кесишувлар бир турда бўлиши керак ва ҳар қандай холда бурилиш маневрларининг бажарилиши бир хилда бўлиши зарур.

13.7 Автомобил йўлларининг темир йўллар билан кесишуви

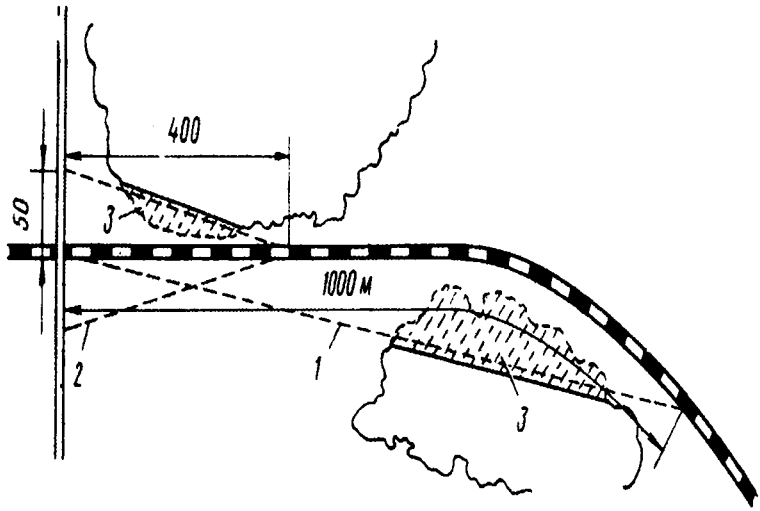
Автомобил йўлларининг темир йўллар билан бир сатҳда кесишиш жойлари энг хавфли ҳисобланади. Уларнинг кесишув жойлари алоқа йўллари вазирлиги билан келишиб олинади. Кесишувлар станция ва маневрлар амалга ошириладиган жойлар чегарасидан ташқарида, кесишадиган йўлларнинг тўғри участкаларида камида 60^0 бурчак остида қурилиши зарур.

I-III тоифали йўлларнинг темир йўллар билан кесишувини турли сатҳларда лойиҳалаш керак. IV ва V тоифали йўлларда бундай кесишувлар трамвай ва троллейбус ҳаракати мавжуд бўлганида, темир йўлларнинг ҳаракати 120 поезд/сут дан ортиқ бўлган жойларида, учта ёки ундан ортиқ темир йўлни кесиб ўтишда, шунингдек, темир йўл чуқурликдан ўтадиган ёки кўриниш талабларини қондиришнинг иложи бўлмаган ҳолларда қурилади.

Темир йўллар орқали ўтишда поездлар ҳаракатига сўзсиз имтиёз берилади. Шунинг учун турли сатҳларда темир йўллар билан кесишувлар қуришнинг мақсадга мувофиқлигини техник-иқтисодий асослаш, ўтиш жойи берк бўлганида автомобилларнинг тўхтаб қолишидан ва кесиб ўтиш участкаларида транспорт оқимлари тезлигининг пасайишидан юзага келадиган йўқотишларни ҳисобга олишдан иборат бўлади.

Кесишув ҳудудида йўл ўқ чизиғи ровонликка қўйиладиган талабларни қондириши, турли сатҳларда кесишишда эса йўл ўтказгичга келиш йўлларининг бўйлама нишабликлари 40‰ дан ошмаслиги керак. Бир сатҳдаги кесишувлар горизонтал жойларда ёки эгри чизиқ бўйича кесишувдаги темир йўл виражининг кўндаланг нишаблигига тенг бўлган бўйлама нишабликда жойлаштирилади. Йўлдаги сувни темир йўлнинг сув четлатиш тизими томон оқизиш мумкин эмас.

Йўл ўтказгичларга яқинлашиш жойларида йўловичлар ёки велосипедли йўловчиларнинг темир йўл орқали ўтиши учун айрим-айрим ёки яхлит йўлакчалар қуриш кўзда тутилади.



13.23-расм. Автомобил ва темир йўллар кесишишларида кўринишликка қўйиладиган талаблар:
1 - локомотив машинисти томонидан ўтиш йўлининг кўринишлик зонасини чекловчи чизиқ; 2 - шунинг ўзи, автомобил ҳайдовчиси томонидан; 3 - кўринишликни таъминлаш кесилмалари.

Бир сатҳдаги ўтиш йўлларида хайдовчи ўтиш жойининг қатнов қисмини камида ҳисобий кўриниш масофасида кўриши зарур. Шу масофадан у яқинлашиб келаётган поездни камида 400 м дан нарида кўриши керак.

Поезд хайдовчиси ўтиш жойининг ўртасини камида 1 км масофадан кўриши керак (13.23-расм). Зарурат бўлганида кўринишлик кесикликлари қурилиши зарур.

ТЎРТИНЧИ БЎЛИМ

ЙЎЛ ПОЙИ ВА ЙЎЛ ТЎШАМАЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

14 - боб

ЙЎЛ ПОЙИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

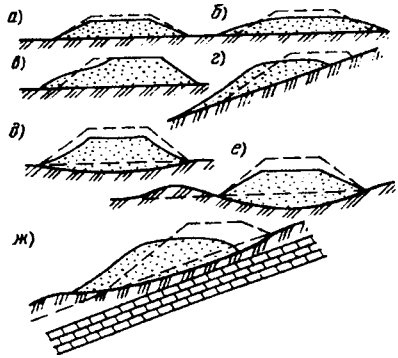
14.1 Йўл пойининг турғунлигига қўйиладиган талаблар

Автомобил йўлларидан яхши фойдаланиш учун йўлларнинг бутун ҳизмати даврида қопламалар текис қолиши зарур. Бунга ўта чўкишлар ва кўпчиш содир бўлмайдиган мустаҳкам ва турғун йўл пойи бўлгандагина эришиш мумкин. Йўл пойининг мустаҳкамлиги дейилганда ташқи кучлар ва табиий омиллар таъсирида бузилмасдан, қурилишда ўзига берилган шакл ва ўлчамларни сақлаб қолиш хусусияти тушунилади; турғунлиги дейилганда силжишларсиз ва ўта чўкишларсиз лойиҳада кўзда тутилган фазовий вазиятини сақлаб қолиши тушунилади.

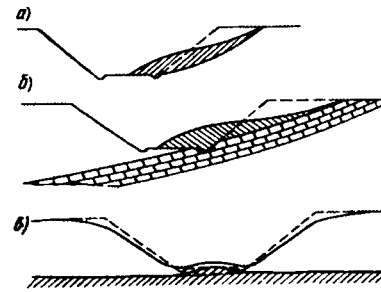
Йўл пойи қуришда кўпинча ер қобиғи сирт қатламларининг мувозанат шартлари бузилади. Ўймаларни қазишда грунтнинг ён томонлари қияликлари қатламлари силжиши (сурилиши) мумкин. Қияламага тўкиб ҳосил қилинган кўтармалар қиялик бўйича пастга силжиши мумкин. Торфли ва сувга тўйинган лойли асослар кўтарма тагидан бир томонга сиқиб чиқарилиши ёки ўзини тўйинтириб турган сувни кўтарма оғирлиги таъсирида чиқариб юбориб, сиқилиши мумкин. Сурилишлар ва кўтармаларнинг силжишидан ташқари кўтарманинг бир бутунликда ўзи ҳам бузилиши мумкин, буни масалан, табиий таъсирлар натижасида кўтарма грунтининг зичланиши, ўз оғирлиги ва ўтаётган автомобиллардан тушадиган кучланиш таъсири келтириб чиқариши мумкин (14.1-расм).

Грунт зичланганда кўтармадан ташқари ўймаларда ҳам, агар табиий ётган грунт етарлича зич бўлмаса, нол белгили жойларда ҳам бузилишлар содир бўлиши мумкин (14.2-расм). Йўл пойи турғунлигининг йўқолиши қурилиш вақтида унга берилган мунтазам

шаклнинг ўзгариши ва силжиши ёки ён томон қиялигини ёнаки кўпчиши натижасида ҳам намоён бўлиши мумкин.



14.1-расм. Кўтармаларнинг деформацияси кўринишлари:
а - кўтарма танасида грунтнинг зичланишидан чўкиш; б - ўта намланган грунтнинг чўкиш деформацияси; в - кўтарма ён томонининг ўпирилиши; г - кўтарманинг тоғ ёнбағри бўйлаб силжиши; д - асос грунтнинг сиқилишидан чўкиш; е - кучсиз асоснинг сиқиб чи-қарилишидан чўкиш ва баъзан ёнаки силжиш; ж - қияликнинг ўпирилишидан силжиш.



14.2-расм. Ўймаларнинг деформацияси турлари:
а - бир жинсли грунтда ўйма ён томонининг ўпирилиши; б - шунинг ўзи қатламли қаватланишда; в - қиялик оғирлиги таъсирида ўйма тубида кучсиз асоснинг сиқиб чиқарилиши.

Автомобил ва темир йўл қурилишидаги кўп йиллик тажриба геологик қулай шароитлар учун турғун йўл пойининг конструкциясини - йўл пойининг намунавий кўндаланг профилларини ишлаб чиқишга имкон берди (23 п.га қ). Бироқ, йўл пойи ноқулай мухандислик-геологик шароитларида ишлаганда, портлатиш усулларидан фойдаланилганида, шунингдек, йўл пойининг конструкциясига унинг сув-иссиқлик режимини ва хоказоларни жиддий ўзгартириб юборувчи элементлар киритилганида йўл пойининг турғунлигини таъминловчи хусусий лойиҳалар ишлаб

чиқишга тўғри келади. Бу мулоҳазалар баланд кўтармалар ва чуқур ўймалар қуриш (12 м дан чуқур), кўтармани сув босадиган жойларда ёки ўта намланган грунтларда, тик ёнбағирларда, кучсиз ва нотурғун асосларда кўтариш, шунингдек, ўймани ўта намланган грунтларда қазиш ва сув элтувчи қатламлар бўлган холларга таалуқлидир.

Йўл пойининг турғунлигини ҳисоблаш усуллари грунтлар механикасининг қонуниятларига асосланган. Бунда йўл пойининг мураккаб иш шароитларини ҳисобга олиш зарур.

Йўл пойида грунтнинг намланиш тоифаси ўзгариб туради ва вақт мобайнида ўзгарувчан ҳарорат таъсирида бўлади, бунинг натижасида йилнинг турли даврларида, об-ҳаво шароитлари ўзгариб турганлиги сабабли эса турли йилларда ҳам грунтнинг юкламаларга қаршилиги ҳар хил бўлади. Шундай қилиб, йўл пойининг мустаҳкамлиги доимий эмас ва унинг турғунлиги грунт ҳолатининг энг ноқулай шароитларига тадбиқан баҳоланиши зарур.

Йўл пойининг турғунлигини ҳисоблаш зарур бўлганда грунтларнинг деформацияланиш жараёни соддалаштирилади ва алоҳида қатламлар чегарасида грунтлар бир жинсли деб фараз қилинади. Шунинг учун йўлларни лойиҳалашда йўл пойининг турғунлигини ҳисоблаш билан бир қаторда лойиҳаланаётган йўл яқинидан ўтган узоқ вақт ишлатиб келинаётган автомобил ва темир йўлларнинг йўл пойларидан фойдаланиш тажрибасини ҳисобга олиш зарур.

Йўл пойининг силжишларга, чўкишларга ва бошқа деформацияларга қарши турғунлик тоифаси *турғунлик коэффициенти* билан характерланади, у тупроқни тутиб турадиган кучлар ёки улар моментларининг кўтармани силжитадиган кучларга нисбатидан иборат. Кучсиз грунтларнинг кўтармадан тушадиган юкламага турғунлиги баъзан *«хавфсизлик коэффициенти»* - чидаш мумкин бўлган максимал юкламанинг қўйилган ҳақиқий юкламага нисбати билан баҳоланади.

Йўл пойининг турғунлиги грунтнинг ўз оғирлиги ва йўл қопламасининг оғирлигига нисбатан ҳисобланади. Автомобиллардан тушадиган юклама қўшимча юклама ҳисобланади. Бу юклама одатда

қатнов қисмидаги ҳаракат полосалари ва йўл четларида автомобиллар колоннаси ёки занжирли тракторлардан тушадиган юкламалар бўйича белгиланган эквивалент грунт қатлами билан алмаштириш йўли билан ҳисобга олинади. Сейсмик ҳудудларда ер ости силкинишларидан юзага келадиган тезланишларнинг таъсири ҳисобга олинади.

Лойиҳаланган йўл пойининг турғунлик коэффициенти («Хавфсизлик коэффициенти») 1 дан катта бўлиши зарур.

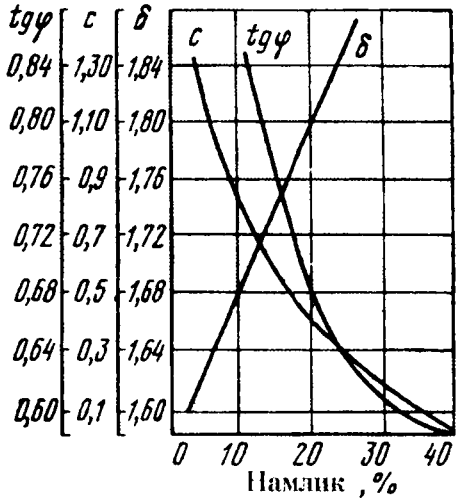
Грунтлардан қурилган иншоотлардаги грунтларнинг ва иншоот асосидаги грунтларнинг турғунлигини ҳисоблаш грунтлар тавсифларининг ишончли қийматларига асосланиши зарур, бу қийматлар уларни бевосита дала шароитида аниқлаш йўли билан ёки структураси бузилмаган грунт намуналарини лабораторияда синаш йўли билан аниқланади.

Грунтларнинг ҳисоблашларга кирадиган тавсифларини ва асосларнинг турғунлигини (эластиклик модули ва деформациялар модули, Пуассон коэффициенти, ички ишқаланиш бурчаги, илашиш) ётқизиқ шароитларидаги зўриқиш ҳолатини, шунингдек, унинг ва сув режимининг қурилиш ва фойдаланиш жараёнида ўзгариш эхтимолини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш зарур. Турли грунтлар тавсифларининг ўртача қийматларидан (уларнинг меъёрий қийматлари стандартларда келтирилади) вариантларни ишлаб чиқиш босқичида иншоотларнинг мустаҳкамлигини ёки турғунлигини тахминий баҳолашдагина фойдаланиш мумкин.

Грунтнинг иншоотда ишлаш учун ўзига ҳос ҳисобий ҳолатини ҳар қайси алоҳида иншоотнинг вазифасини ва маҳаллий геофизик шароитларини таҳлил қилиш асосида белгилаш зарур, бунда иншоотлар қуриш ёки ер қазиш ишларининг бажарилиши натижасида грунтнинг ётиш шароитлари ва сув-иссиқлик режими жуда ўзгариб кетиши мумкин.

Грунтнинг мустаҳкамлик тавсифлари, масалан, илашиши c, ички ишқаланиш бурчаги φ, деформация модули E, грунтнинг зичлиги δ грунтнинг намлигига ва унинг зичланиш тоифасига анча боғлиқ, шунинг учун проф. Г.М.Шахунянцнинг таклифига кўра, иншоотларнинг турғунлигини ҳисоблашда грунтнинг хоссаларини

аниқ ҳисобга олиш учун грунтларни лабораторияда синаш маълумотлари бўйича грунт скелетининг турли намликдаги ва зичликдаги ҳолатлари учун унинг турли тавсифларининг графикларини қуриш зарур (14.3-расм)



14.3-расм. Грунтнинг ҳисобий ҳолатини ифодалаш графигига мисол.

Синовларни грунтнинг турғунлик учун энг хавфли даврларда иншоотда ишлашига мос келадиган ҳолатларида бажариш зарур, грунтнинг асбобдаги деформацияланиш схемаси эса унинг ишлаш шароитларига мос келиши керак. Чунончи, чуқур дренаж қурилмаларини ҳисоблашда структурали грунтларнинг сув ўтказувчанлигини структураси бузилмаган намуналарда ўтказиш зарур. Йўл ёқасидаги сув омборининг худди шу грунтдан кўтарилган тўғони орқали сувнинг сизиши табиий ҳолати бузилганидан кейин оптимал зичликкача зичланган намуналарни синаш асосида ҳисобга олинади.

Грунт тавсифларининг ҳисобий қийматлари барқарор ўрта қийматларни олиш учун, етарлича катта сондаги намуналарни синаш асосида математик статистика усуллари билан аниқланади. Лойиҳаланадиган иншоот қанча масъулиятли бўлса, синовлар сони

шунча кўп бўлиши лозим. Тавсифларнинг ҳисобий қийматлари қўйидагича аниқланади:

$$A_{хис} = A_{урт} \pm \frac{t_\alpha \sigma}{\sqrt{N-1}},$$

бу ерда $A_{ўрт}$ - параллел синовлар натижалари бўйича аниқланган мустаҳкамлик кўрсаткичларининг арифметик ўрта қиймати; σ - ўртача квадратик четлашиш; N - синалган намуналар сони; t_α - Стьюдент коэффициенти, унинг қиймати иншоотнинг пухталик коэффициенти α ва синалган намуналар сони билан тавсифланадиган масъулиятлилик тоифасига қараб қабул қилинади.

I тоифали йўллар учун α=0,95, III тоифали йўллар учун α=0,80 ва IV ҳамда V тоифали йўллар учун $\sqrt{\alpha} = 0{,}70$. Стьюдент коэффициентининг қийматлари пухталик коэффициенти α=0,95 учун N=3 да 4,3 дан, N=30 да 2,05 гача ўзгаради.

Формуладаги «+» ва «-» ишораларини турғунлик коэффициентларининг қийматлари кичик бўладиган қилиб танланади.

Грунт қалинлигини характерли қатламларга ажратиш ва улар учун ҳисобий тавсифларни белгилаш муҳандислик-геологик тадқиқотларда катта эътибор беришни талаб этади.

Грунт қатламланишларининг икки ҳоли бир-биридан фарқ қилинади: хоссалари унча катта ўзгармайдиган нисбатан бир жинсли қатламлар. Бу ҳолда ҳисоблашларда грунт тавсифларининг ўртача қийматларидан фойдаланиш мумкин;

грунтларда қўшни қатламлардан кескин фарқ қилувчи қатламлар мавжуд бўлиб, уларнинг хоссалари массивнинг деформацияланишини белгилайди. Кейингиси, масалан, консеквент туридаги ўпирилишлар (силжишлар) ва ўсимлик билан қопланган сапропел ботқоқликлар учун характерлидир. Ҳар қайси қатлам чегараларида тавсифларнинг ўртачалаштирилган қийматларидан фойдаланилади.

Хоссалари бўйича фарқ қилувчи айрим грунт қатламлари грунтнинг ҳисоблашларда қўлланиладиган тавсифлари ёки физик тавсифлари (зичлик, намлик ва х.к. лар) нинг синаш учун намуна олиш чуқурлигига боғлиқ графикларини қуриб аниқланади. Нуқталар

гуруҳи характерли қатламланишларни ажратишга имкон беради. Ғоваклик коэффициенти кўпи билан 0,2 га ўзгарадиган қатламлар, лойли грунтларнинг намлиги эса табиий ётқизиқ чегараларида энг кўпи билан 8% га ўзгарадиган қатламлар бир жинсли деб қабул қилинади.

14.2 Грунтларнинг йўл пойида жойлашуви

Йўл пойини қуришда фойдаланиладиган грунтларнинг бир нечта тури бор.

Йирик тошли қоя грунтлари - сунъий қазиб олишда ҳосил бўладиган ёки табиий шароитларда аллювий ёки делювиал шаклида ётувчи қоя жинсларининг синиқ бўлаклари.

Бу грунтлар палахсали ва чақиқ тошли грунтларга бўлинади.

Палахсали ва чақиқ тошли грунтлар кўтармалар қуриш учун яхши материал ҳисобланади, чунки улар оқаётган сувларга қарши яхши турғунлик кўрсатади ва сувни шиммайди. Емирилган қоя жинслари орасига кирган сув, агар бу жинслар кучсиз ва тез қурийдиган бўлмаса, йўл пойининг мустахкамлигига ва турғунлигига катта таъсир қилмайди. Бироқ, йирик бўлакли қоя грунтлари ишлатилганда шиббалаш қийин бўлади. Қоя тошлари тўкилган йўл пойи билан йўл қопламаси орасига 0,5 м қалинликда оралиқ тупроқ қатлами ётқизилиши зарур.

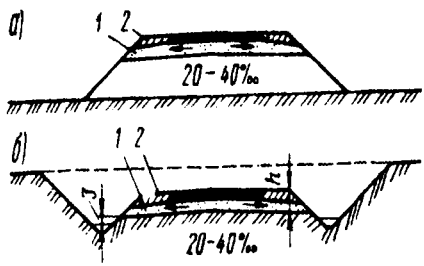
Саноат чиқиндилари - асосли ва нейтрал металлургия шлаклари, тошкўмир шахталарининг куйдирилган ташландиқлари ўз хоссалари бўйича тошли грунтларга яқин бўлиб, кўтарма қуришда улардан чексиз фойдаланишга йўл қўйилади.

Шағалли ва қумли грунтлар сув ўтказади ва музлаш вақтида нам тўпламайди. Сувга тўйиниш бу грунтларнинг йўл пойидаги турғунлигига кам таъсир этади. Қумли грунтлар (майда чангсимон кумлардан ташқари) ноқулай гидрологик шароитларда - ботқоқлашган жойларда ва дарёларнинг қайирларида кўтармалар учун энг яхши материал ҳисобланади. Сизиш коэффициенти 0,5 м/сут дан ортиқ бўлган грунтлар захи қочириладиган грунтларга киради.

Қумлоқ грунтлар қуруқ ҳолатида боғланганлик хусусиятига эга, намланган вақтида улар йўл пойининг турғунлиги учун етарли бўлган юкламаларга қаршиликларини сақлайди. Кўтармаларни қуруқ ва ўта намланган жойларда ҳам қумлоқ грунтлардан кўтариш мумкин.

Диаметри 0,25 мм дан кичик зарралари 50% бўлган чангсимон қумлоқ грунтлар ўта намланган ҳолатида кам турғунликка эга бўлади.

Чангсимон қумоқ ва оғир чангсимон қумлоқ грунтлар таркибида ўлчамлари 2,0...0,05 мм ли фракциялар миқдори кўп бўлиб, қишда нам тўпланиш ва кўпчиш жараёнларига дучор бўлади. Йўл пойининг ёнбағирларида бу грунтлар осон ювилиб кетади ва оқувчанлик ҳолатига ўтади. Шунинг учун муҳим такомиллаштирилган капитал қопламали йўлларда йўл пойининг чангсимон грунтлар ва чангсимон



14.4-расм. Нотурғун грунтларни алмаштириш:
а - кўтармаларда; б - ўймаларда; 1 - совуққа чидамли грунт; 2 - мустаҳкам грунтдан кўтарилган йўл ёқаси; 3 - совуқдан ҳимоялаш қатлами пастининг ариқдаги сув сатҳидан камида 0,2 м кўтарилиб туриши, h камида 0,8 м.

қумлоқлардан кўтарилган юқориги қисми ноқулай гидрологик шароитларда турғун грунтлар билан алмаштирилади (14.4 - расм).

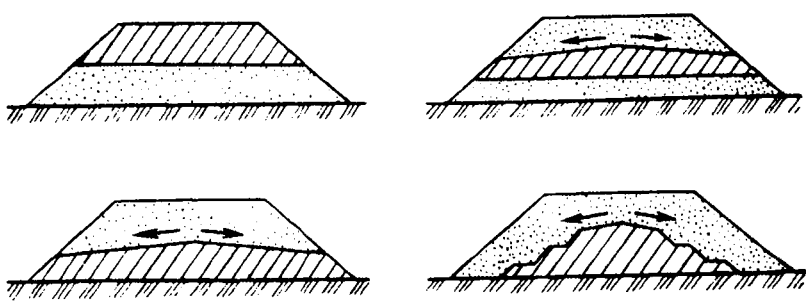
Қумоқ грунтлар йўл пойи учун яхши материал ҳисобланади. Улар ювилишга яхши қаршилик кўрсатади ва ёнбағирларда турғун бўлади. Қайирлардаги қумоқ грунтли кўтармаларда баланд сувлар пасайганида олдин кўтармага кириб қолган сувларнинг орқага /тескари/ харакати ёнбағирларнинг ўпирилишига сабаб бўладиган гидродинамик босим ҳосил қилиши мумкин.

Лойли грунтлар анча боғланган бўлади ва сув ўтказувчанлиги жуда камдир, шу муносабат билан улар сувга секин тўйинади ва худди шундай секинликда қурийди. Бу грунтлар агар уларнинг табиий

ётқизиқ ҳолатидаги намлиги оптимал қийматидан ошиб кетмаса, қуруқ жойларда ва қисқа муддатли намланадиган жойларда кўтармаларга тўкиш учун қўлланилади, ўта намланган ҳолатида лойли грунтлар юмшоқ-пластик, оқувчанлик ҳолатига ўтади ва ёпишқоқ бўлади.

Кейинги йилларда қурилишда кўпроқ сунъий /техноген/ грунтлар - ишлаб чиқаришнинг грунтли чиқиндилари - шлаклар, ИЭМ ва маиший чиқиндиларни ёқиш қурилмаларидан чиққан куллар, қуймачилик тупроқлари, бойитиш фабрикаларининг органик кўшилмалари кам чиқиндилари, цемент чанги ва бошқа материаллар табора кўпроқ иштлатилмоқда. Бу материалларнинг кўпчилиги дон (заррачалар) таркиби жиҳатидан грунтларга яқин туради, баъзилари эса боғловчилик хоссаларига эса. Йўл кўтармаларида улардан фойдаланиш атроф муҳитни муҳофаза қилиш нуқтаи назаридан катта аҳамиятга эга, чунки бу материаллар тўкилган жойлар катта майдонни эгаллайди, уларда мавжуд бўлган эрийдиган бирикмалар эса сиртқи ва сизот сувларини ифлослантиради.

Ҳозир шу нарса исботланганки, йўл пойининг танасида сув режимининг барқарорлигини таъминлайдиган ва уларга сув киришидан ҳимоя қиладиган материаллар рационал жойлаштирилганида бу материалларнинг ҳаммасидан индивидуал лойиҳалар бўйича қуриладиган йўл пойида фойдаланиш мумкин.



14.5-расм. Йўл пойида сув ўтказадиган ва сув ўтказмайдиган грунтларнинг жойлашуви (нуқталар билан сув ўтказадиган грунт, штрихлар билан сув ўтказмайдиган грунт кўрсатилган).

Кўтармалар қуришда таркиби ва ҳоссалари турлича бўлган грунтлардан фойдаланилганда уларни кўтарма танасига жойлаштиришнинг йўл пойи турғунлигини таъминлайдиган маълум қоидаларига риоя қилиш зарур (14.5 - расм).

транспорт воситалари ҳаракатидан босим тушадиган йўл пойининг юқори қатлами («ишчи қатлам»), II йўл-иқлим минтақасида цемент-бетон қопламалар сиртидан 1.2 м ва асфальт-бетон қопламалар сиртидан 1 м чуқурликкача, III минтақада эса 1 ва 0,8 м чуқурликкача кўпчимайдиган ёки кам кўпчийдиган грунтлардан иборат бўлиши керак. IV ва V минтақаларда йўл пойининг юқори қатламлари цемент-бетон ва асфальт-бетон қопламалар сиртидан тегишлича 1 ва 0,8 м чуқурликкача чўкмасдан ва кўпчимас грунтдан қурилиши керак;

турли жинсли грунтларни кўтарма танасида горизонтал қатламлар тарзида ётқизиш лозим. Сувни кам ўтказадиган грунтлар пастки қатламларда, сувни ўзидан яхши ўтказадиган грунтлар эса юқориги қатламларга ётқизилади. Бундан сувнинг ўта намланган асосдан кўтармага капилляр кўтарилишини тўхтатишга мўлжалланган грунт (сув яхши сизадиган грунт) мустаснодир;

сув ўтказмайдиган грунтлар қатламларининг сирти қиялиги 20...40%о бўлган икки нишабли кўндаланг профилли қилинади, бу сизиб ўтган сувнинг кўтармадан оқиб тушишига ёрдам беради; сув ўтказадиган грунт қатламларидан сувнинг ёнбағирларга чиқарилиши таъминланган бўлиши зарур;

ҳажми ўзгариши мумкин бўлган ёки намланганда турғунлигини йўқотадиган грунтларни ва саноат чиқиндиларини кўтарманинг баландлиги бўйича ўрта қисмида жойлаштириш зарур, бунда улар қумнинг ёки фильтрловчи нотўқима материалларнинг - геотекстилнинг юпқа қатламчалари билан оралатиб ётқизилади; Бирхил грунтдан берк ядро кўринишида кўтарилган, устидан ва ён томонларидан бошқа грунтлар билан ёпилган кўтармаларни йўлларни қайта таъмирлашда фақат йўл пойини кенгайтириш учунгина қуришга рухсат этилади. Зах қочирувчи грунтлардан қурилган сув

ўтказмайдиган грунтли кўтармаларни кенгайтиришга рухсат берилмайди;

хоссалари турлича бўлган грунтларни тартибсиз тасодифан тўкиш ман этилади. Бундай тўкишда кўтарма танасида сув тўпланадиган линзалар ёки тупроқлар ўпирилиши мумкин бўлган нишаб юзалар пайдо бўлади.

14.3. Йўл пойи грунтининг зичланиш даражасига қўйиладиган талаблар

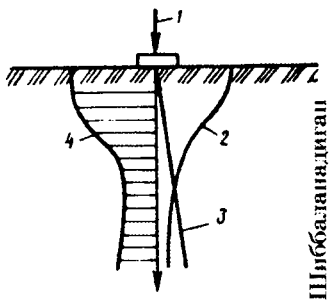
Кўтарма танасида ўз оғирлиги, ўтаётган автомобилларнинг босими ва галма-гал намланиб ҳамда қуриб туриш таъсирида чўкишлар ҳосил бўлмаслиги учун грунтнинг ғоваклиги кўтарма ичида таъсир этадиган кучланишларга мос келиши керак (14.6 - расм).

Грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланиш кўрилаётган қатламнинг қоплама сиртидан жойлашиш чуқурлигига мутаносиб равишда ўсади. Ташқи юклама сиртдан бирор чуқурликда тугайдиган кучланиш ҳосил қилади. Баланд бўлмаган кўтармаларда транспорт юкламаларидан ҳосил бўладиган кучланиш тўшама грунтга тарқалиб, грунтни зичлаши ҳамда кўтармани чўктириши мумкин (14.7 - расм). Сувлар тиралиб турадиган кўтарманинг пастки қисмида капилляр босим шунингдек, баланд сувлар пасайганидан кейин грунтнинг қуриши вақтида ҳосил бўладиган кучланишлар кучайиши мумкин.

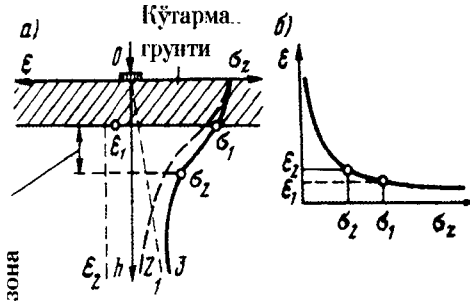
Грунтларнинг зарур зичланиш даражасини аниқлаш учун кўтарма баландлиги бир нечта қисмларга бўлинади. Ҳар қайси қисмда грунтнинг талаб этилган зичланиш даражаси унинг чегарасида таъсир этадиган кучланишлар ва грунтнинг сув-иссиқлик режимига кўра белгиланади.

Йўл пойи грунтларининг зичланишига қўйиладиган талаблар грунт скелетининг зичлиги $\delta_п$ қийматига қараб меъёрланади, унинг қиймати грунтнинг оптимал намлигида лабораторияда ҳосил қилинган стандарт зичлиги δ_{max} нинг улушларида ифодаланади. $\delta_п/\delta_{max}$ нисбат *зичланиш коэффициенти* деб аталади. *Оптимал намлик* деб

грунтни зарур даражада зичлаш учун бошқа намликларга нисбатан камроқ иш бажаришни талаб этадиган намликка айтилади. Кўтарманинг қалинлиги 1,5 см гача бўлган юқориги қатлами («ишчи қатлами») да ва ўймалардаги мавсумий музлаш қисмининг



14.6-расм. Кўтармаларда вертикал сиқувчи кучланишларнинг тақсимланиши:
1 - ташқи юклама; 2 - ташқи юкламадан ҳосил бўлган кучланиш; 3 - ўз оғирлигидан ҳосил бўлган кучланиш; 4 - кучланишларнинг йиғинди эпюраси.



14.7-расм. Баланд кўтарма тагида ётувчи грунт шиббаланиши керак бўлган чуқурликни аниқлаш учун боғлиқликлар:
а - чуқурлик бўйича σ_z кучланишлар ва ғоваклик коэффициенти ε нинг ўзгариши; б - тўшама грунтнинг компрессион эгри чизиғи; ε_1 - кўтарманинг босимига мос келадиган ғоваклик коэффициенти; ε_2 - тўшама грунтнинг ғоваклик коэффициенти; 1 - грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган кучланиш; 2 - кўтарма оғирлигидан ҳосил бўлган кучланиш; 3 - грунтдаги йиғинди кучланиши.

чегараларида ҳамда паст кўтармаларнинг асосларида 1,2 м чуқурликкача ўтаётган автомобиллар юзага келтирадиган статик ва динамик кучланишлар таъсир қилади, шунингдек, йўл пойи сув режимининг йиллик ўзгариш циклида грунтнинг намланиш ва қуриш

жараёнлари жадал кечади. Бу қисмда грунтларнинг зичланиши боғланган грунтлар учун чўкишни содир қилувчи ички кучлар босимига, қумлоқ, енгил қумлоқ грунтлар ва қумлар учун эса автомобиллар юзага келтирган кучланишларга мос келиши керак.

14.1 - жадвал

Йўл пойининг элементлари	Қатламнинг жойлашиш чуқурлиги, м	Қўйидаги иқлим минтақаларида грунтнинг энг кичик зичланиш коэффициенти		
		I	II, III	IV, V
Кўтарманинг ишчи қатлами	1,5 гача	0,98...0,95 0,95...0,93	1,0...0,98 0,98...0,95	0,98 0,95/0,95
Кўтарманинг сув босмайдиган қисми	1,5 дан 6 гача 6 дан ортиқ	0,95...0,93 0,93 0,95/0,93	0,95/0,95 0,98/0,95	0,95/0,90 0,95/0,95
Кўтарманинг сув босадиган қисми	1,5 дан 6 гача 6 дан ортиқ	0,96...0,95 0,95...0,93 0,96/0,95	0,98...0,95 0,95 0,98/0,95	0,95/0,95 0,98/0,95
Ўйманинг мавсумий музлаш қисмидан пастдаги ишчи қатлами	1,2 гача 0,8 гача	- -	0,95/0,95... -0,92 -	- 0,95-0,92 /0,90

Қурилиш вақтида хаддан ташқари кучли зичланган грунтлар, қиш даврида интенсив намланадиган ва муз линзалари тўпланадиган иқлим худудларида, бир неча йил фойдаланишдан кейин бироз юмшаб қолади, шунинг учун уларни қурилиш вақтида кучлироқ зичлаш лозим.

Кўтарманинг ўрта қатламларида йўл четидан 6 м гача масофада сув босмаганида ва ўймаларда мавсумий музлаш қатламидан пастда грунтнинг сув режими нисбатан ўзгармас бўлади, ташқи юклама ва

грунтнинг ўз оғирлиги юзага келтирган кучланишлар ишчи қатламидаги кучланишдан кам бўлади. Бу қисм чегараларида грунтнинг юқори қатламларидагига қараганда камроқ даражада зичланишига йўл қўйилади.

Кўтарманинг пастки қатламларида йўл четидан 6 м дан ортиқ чуқурликда қисқа муддатли сув босганда грунт капилляр намланиши ва кейин қуриши мумкин бўлганда грунтнинг зичланиш даражасига кўтарманинг юқори қатламларига қўйиладиган талабларга яқинроқ талаблар қўйилади.

Кўтарманинг узоқ муддат сув босадиган қисмларида сув сатҳидан доимо паст жойлашган қўйи қатламлар кўтарманинг юқорида жойлашган қатламлари ва ташқи юклама таъсирида сиқилади. Уларнинг зичланиш даражаси босимга боғлиқ белгиланади.

Турли иқлим минтақаларида кўтарманинг турли қатламларида грунтларнинг ишлаш шароитлари турлича бўлганлиги сабабли ва унга ётқизиладиган қоплама турига қараб кўтармаларнинг зичланиш коэффициентига талаблар ўзгаради (14.1 - жадвал).

14.2-жадвал

Йўл пойи элементлари	Қоплама юзасига нисбатан қатламнинг жойлашиш чуқурлиги, м	Йўл тўшамаси турлари бўйича тупроқнинг энг кичик зичланиш коэффициенти					
		Капитал			Енгиллаштирилган ва ўтувчи		
		I	II-IV	III	I	II-IV	III
Ишчи қатлам	$H_{й.т.}$+0,4 гача	0,95-0,96	1,00-1,02	0,98-1,00	0,95-0,96	0,98-1,00	0,96 0,98
	/$H_{й.т.}$+0,4/ дан	0,95-0,96	0,98-1,00	0,96-0,98	0,95-0,98	0,96-0,98	0,96
Кўтарманинг сув босмайдиган қисми	1,5 ч 6,0 гача	0,95	0,96	0,94	0,95	0,94	0,94
	6,0 дан юқори	0,95	0,96	0,94	0,95	0,94	0,94
Кўтарманинг сув босадиган қисми	1,5 ч 6,0 гача	0,95	0,95-1,00	0,97	0,95	0,98	0,98
Ўйманинг ишчи қатламида мавсумий музлаш сатҳидан паст	1,2 гача	-	0,95	0,95	-	0,95	0,95
	0,8 гача	-	0,95	0,95	-	0,95	0,95

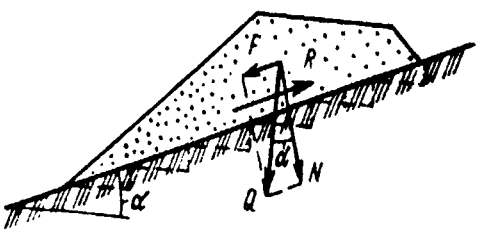
Изоҳ: $H_{й.т.}$ - йўл тўшамаси қалинлиги.

ҚМҚ 2.05.02-95 га асосан ишчи қатлам грунтининг зичланиш коэффициенти катталиги билан аниқланадиган зичланиш даражаси 14.2-жадвал талабларига жавоб бериши керак.

14.4. Тоғ ёнбағирларида йўл пойининг турғунлиги

Тоғ ёнбағрида қурилган кўтарманинг тоғ ёнбағрига параллел йўналган оғирлигининг ташкил этувчиси кўтармани ўрнида тутиб турувчи ишқаланиш кучларидан ортиқ бўлса, кўтарма пастга сурилиб кетиши мумкин (14.8-расм).

14.8 - расмга мувофиқ тутиб турувчи куч



14.8-расм. Тоғ ёнбағирида кўтармага таъсир этувчи кучлар.

$$R = Qf\cos\alpha, \qquad (14.1)$$

бу ерда Q - кўтарманинг оғирлиги; f - кўтарма грунтининг тоғ ёнбағри сиртига ишқаланиш коэффициенти; α - тоғ ёнбағрининг қиялик бурчаги.

Кўтармани силжитувчи куч F=Qsinα

Бундан кўтарманинг силжишга қарши турғунлик коэффициенти

$$K_T = \frac{R}{F} = \frac{Qf\cos\alpha}{Q\sin\alpha} = \frac{f}{i} \qquad (14.2)$$

бу ерда i - тоғ ёнбағрининг кўндаланг қиялиги.

Тоғ ёнбағирларида кўтармаларнинг турғунлигини ошириш тадбирлари ишқаланиш коэффициенти f нинг қийматини оширишдан иборат. Жойнинг кўндаланг қиялиги 1:10 дан 1:5 гача бўлганида кўтарма остидан чим албатта олиб ташланади. Жойнинг кўндаланг қиялиги 1:5 дан 1:3 гача бўлганида тоғ ёнбағир сиртида баландлиги 0,5 м ли поғоналар қилинади. Тоғ ёнбағрида поғоналар қилишдан мақсад грунтнинг ёнбағри сирти бўйлаб сирпанишга /силжишга/ қаршилигини оширишдан иборат. Бунда тоғ ёнбағри грунтининг мустаҳкамлиги юқори бўлиб, кўтарманинг грунти фақат кесими бўйлаб қирқилиши мумкин, деб фараз қилинади. Қумлардан ёки кучсиз боғланган грунтлардан ташкил топган тоғ ёнбағирларида поғоналар қуриш кўзланган мақсадга олиб келмайди. Бундай ҳолларда, шунингдек, жойнинг қиялиги 1:3 бўлганида кўтарманинг турғунлигини таъминлаш учун тиргак деворлар қурилади ёки контрбанкетлар тўкилади.

Агар кўтарма турғун тоғ жинсларида ётадиган қия қатламланишларда қурилган бўлса, тўшама грунт кўтарма оғирлиги таъсирида сурилиши мумкин. Грунтнинг қия қатламларини ўйма ёнбағирлари билан кесишда ҳам худди шундай хол юз бериши мумкин.

Проф. Г.М.Шахунянц таклиф этган усул бўйича турғунликни текшириш массивнинг суриладиган қисмида сирпаниш сиртларининг қиёфасига мувофиқ, асоси тўғри чизиқли деб қабул қилинган вертикал бўлмаларни (отсек) (14.9-расм) ажратишдан ва ҳар қайси бўлманинг ўз оғирлиги ҳамда қўшни бўлмалардан тушадиган босим таъсирида устиворлигини баҳолашдан иборат. Бунда ҳар қайси бўлма қотиб қолган массив тарзида қаралади.

i - бўлмадан қуйи жойлашган (i+1)- бўлмага тушадиган босим

$$F_i = F_{i-1}\cos(\alpha_i - \alpha_{i-1}) + Q_i \sin\alpha - Q_i \cos\alpha_i tg\varphi - cL, \qquad (14.3)$$

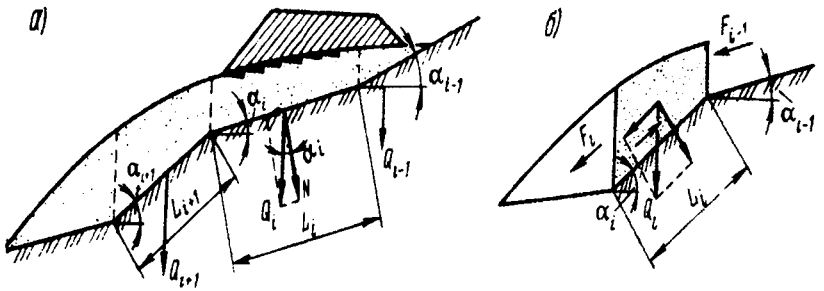
бу ерда F_{i-1} - юқорида жойлашган бўлмадан тушадиган босим;

Q_i – бўлманинг оғирлиги ва унга кўтармадан тушадиган босим кучи;

L_i - сирпаниш сиртининг узунлиги;

φ - сирпаниб тушаётган грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги;

c - грунтнинг илашуви.



14.9-расм. Грунтнинг зич тўшама жинслар бўйича сурилиб тушишига қарши турғунлигини аниқлашга оид схема:
а - бўлмаларга бўлиш; б - битта бўлманинг мувозанат шарти.

Агар юқорида жойлашган бўлма учун F_{i-1} куч манфий қийматга эга бўлса, уни хисоблашга киритилмайди.

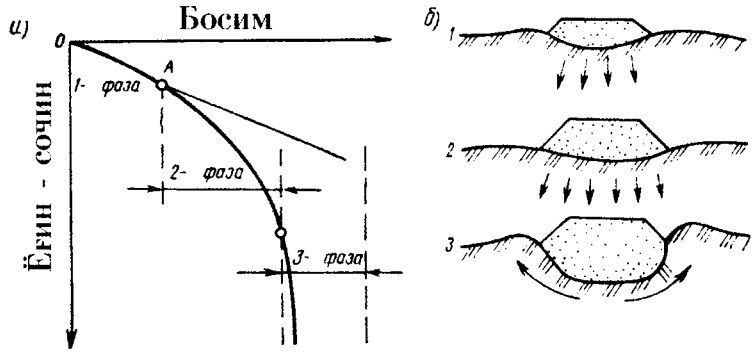
Ҳар қайси бўлманинг турғунлик коэффициенти

$$K_{Ti} = \frac{Q_i \cos\alpha_i tg\varphi + cL_i}{F_{i-1}\cos(\alpha_i - \alpha_{i-1}) + Q\sin\alpha_i} \qquad (14.4)$$

Бўлмалар гуруҳининг турғунлик шартларини кетма-кет кўриб чиқиб, узилиш ёриқлари ҳосил бўладиган жойларни аниқлаш мумкин, бу жойлар K_{Ti} 1 дан кичик қийматга эга бўлган бўлмалар чегарасига мос келади, шунингдек, айнан шу бўлмаларнинг пастки чегараларида дўппайиш ҳосил бўладиган жойларни аниқлаш мумкин.

14.5. Бўш асосларда кўтарилган йўл пойи турғунлиги

Оддий кўндаланг профилли ўймаларнинг ёнбағирларида ўз оғирлиги ва кўтармадан тушадиган босим таъсирида турғунлигини йўқотадиган шунингдек, аста-секин кучли чўкадиган грунтлар кучсиз грунтлар киради, шунингдек, бу грунтларга ички ишқаланиш бурчаги φ нолга яқин, табиий ётқизиқ ҳолида асбоблар билан ўлчанган силжишга қаршилиги кўпи билан 0,075Мпа ва деформация модули E≤5МПа бўлган грунтлар киради.



14.10-расм. Юклама билан деформация ўртасидаги боғлиқлик:
а - юклама билан деформация ўртасидаги боғлиқлик эгри чизиғи; б – кучсиз грунтдаги кўтармаларнинг турли фазаларда мос деформациялари;
1- 1 - фаза /зичланиш/; 2- 2 - фаза /зичланиш ва ёнаки силжишлар/;
3- 3 - фаза /грунт асосининг ён томондан дўппайиб чиқиб қолишини юзага келтирадиган кескин ўта чўкиш/ (стрелкалар билан деформацияда грунтнинг кўпроқ силжиш йўналиши кўрсатилган).

Бўш асослар (торфлар, сапропелларда, сербалчиқ грунтларда, нам шўрхок тупроқларда, лёссли грунтларда, ўта нам лойли грунтларда, иолли лойларда)да қурилган кўтармалар асос грунтининг зичланиши ва унинг кўтарма остидан бир томонга сиқиб чиқарилиши натижасида анча чўкиши мумкин. Деформациялар кўпинча қурилиш

даврида ёки у қурилганидан кейин тез орада юз бериши мумкин, бироқ баъзи ҳолларда кейинги фойдаланиш даврида ҳам, масалан, ботқоқлик устида кўтарилган кўтармада оғир юклар узоқ вақт туриб қолганида ёки ўта чўкадиган грунтларда қурилган кўтарма яқинида сув тўхтаб қолганида ҳам содир бўлиши мумкин.

Грунтга тушадиган босим билан унинг ўта чўкиши ўртасидаги боғланиш 14.10 - расмда келтирилган эгри чизиқ билан ифодаланади. Бу эгри чизиқда деформацияланишнинг турли фазаларини тавсифловчи бўлакларни ажратиб кўрсатиш мумкин. ОА бўлак чегарасида юклама билан деформация ўртасидаги боғланиш тўғри чизиққа яқин, бу ерда остда ётувчи грунтларнинг асосан сиқилиши содир бўлади. Остида ётувчи грунтнинг айрим нуқталарида юкламанинг янада ортишида уринма кучланишлар унинг силжишга қаршилигидан орта бошлайди. Бу жойларда пластик деформациялар (силжиш деформацияси) ҳосил бўлади. Босим орта бориши билан бундай жойлар сони кўпаяди, кўтарманинг чўкиши ўсади ва унинг остидан грунтнинг сиқиб чиқарилиши бошланади, бунда кўтарма ёнларида дўппайишлар ҳосил бўлади ва кўтарма чўкади.

Бўш асосларда кўтармаларни лойиҳалашда уларнинг вазифасига қараб қўйидаги фазаларда ишлаши кўзда тутилади:

- деформацияларнинг биринчи фазасида - капитал цемент-бетон ва асфальт-бетон қопламли йўллардаги кўтармалар (асосда силжиш мутлақо йўқлигига ҳисоблашлар);
- иккинчи фазанинг бошланиш даврида - енгиллаштирилган турдаги қопламали йўллардаги кўтармаларнинг деформацияланиши (силжишларнинг тарқалишини берилган чегарада чеклаш);
- иккинчи фазанинг охирги даврида - оқимни йўналтирувчи ва бошқарувчи иншоотлар, ўтиш туридаги қопламали маҳаллий аҳамиятга эга бўлган йўллар (чегаравий мувозанатга яқин шароитлар).

Грунт асосида кўтармалардан тушадиган юк ҳосил қиладиган кучланишлар кўндаланг кесимида трапеция қонуни билан юкланган чексиз эгилувчан тасма учун эластиклик назарияси формулалари

билан аниқланади. Бу ҳисоблаш натижаларига катта хатоликлар киритмайди, чунки бу ҳолда кучланишлар худди шундай юкни томонлари 1:10 нисбатда бўлган тенг энли эгилувчан майдончага қўйилган ҳолда ҳосил бўлган кучланишлардан кам фарқ қилади.

Асосда силжиш мутлақо йўқлигига ҳисоблаш кўтармадан тушадиган юк таъсирида ҳосил бўлган энг катта уринма кучланиш грунтнинг силжишга қаршилигидан ортиб кетмаслигини талаб қилади.

Бунда кўтарма этагидан z чуқурликда грунтнинг қаршилиги қўйидагига тенг деб қабул қилинади.

$$\tau_{силж} = c_{\omega} + \gamma z tg\varphi_{\omega},$$

бу ерда γ - сизот сувининг муаллақлаштирувчи таъсирини ҳисобга олган холда асос грунтининг зичлиги; c_{ω} - илашиш; φ_{ω} - ички ишқаланиш коэффициенти.

c_{ω} нинг қиймати асос грунтининг намлигига қараб белгиланади: тез юклашда - табиий ётқизиқ шароитларидаги намликда; секин юклашда - кўтарма оғирлиги таъсирида зичланишнинг тугалланган жараёнига мос келувчи намликда.

φ_{ω} нинг қийматини юк қўйиш тезлигига қараб қабул қилинади. Юк оний вақтда қўйилганида $\varphi_{\omega}=0$.

Мустаҳкамлик заҳирасида баъзан ички ишқаланиш бурчаги назарга олинмайди, у кучсиз грунтларда нисбатан катта эмас, яъни лойиҳалашда $t_{max}<c_{\omega}$ нисбат таъминланишига ҳаракат қилинади.

Кўтарма остидаги максимал уринма кучаниш

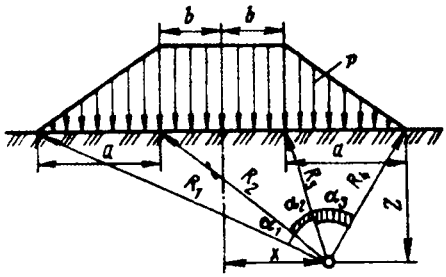
$$\tau_{max} = \frac{zp}{\pi a}\sqrt{\ln^2\frac{R_1R_4}{R_2R_3} + (\alpha_1 - \alpha_3)^2} \qquad (14.5)$$

Кўтарма ўқига жойлашган, максимал уринма кучланиш энг катта бўладиган ерда бу муносабат соддалашади:

$$\tau_{max} = \frac{zp}{\pi a}\ln\frac{z^2 + (a+b)^2}{z^2 + b^2} \qquad (14.6)$$

Формулага кирадиган ҳадлар қийматлари 14.11-расмда кўрсатилган. α бурчаклар радианларида ифодаланиши зарур.

Кўтармаларнинг амалда учрайдиган баландликларида ва ёнбағирлари тиклигининг ўзгариб туришида максимал уринма кучланишлар катталиги τ_{max} =0,27p дан τ_{max} =0,33p чегарасида ўзгаради (бу ерда p - кўтарманинг грунтга босими). Шунинг учун $p \leq 3c_{\omega}$ шартига риоя қилинганида кўтарма силжишлар ҳосил бўлишига турғун, деб ҳисоблаш мумкин.



14.11-расм.Йўл кўтармаси оғирлигидан грунтда ҳосил бўладиган кучланишни аниқлашга оид схема.

Грунтда пластик деформациялар қисман кучаяди деб йўл қўйишлар энг мураккабидир. Ҳанузгача пластик деформациялар зонасининг бўш грунтда қандай чуқурликкача тарқалиши мумкинлиги тўғрисида умум тан олинган фикр йўқ, аниқроғи кўтармалар остидаги грунтнинг эластик-пластик деформацияларда ҳосил бўладиган кучланишларини ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилмаган.

Агар пойдевор қуришда пластик зонанинг жоиз тарқалиш чуқурлиги кўтарманинг қуйи энининг чорагига тенг деб қабул қилинган ечимга риоя қилинса ва юкламларнинг трапециясимон эпюрасини юзи бўйича тенг, асоси B бўлган тўғри тўртбурчак билан алмаштирсак, зичлиги δ бўлган грунтга тушадиган жоиз босим қўйидагига тенг бўлади:

$$p_{ж} = \left(\frac{B}{4} + \frac{c_{ж} ctg\varphi}{\delta}\right) \frac{\pi\delta}{ctg\varphi - \varphi - \frac{\pi}{2}} \qquad (14.7)$$

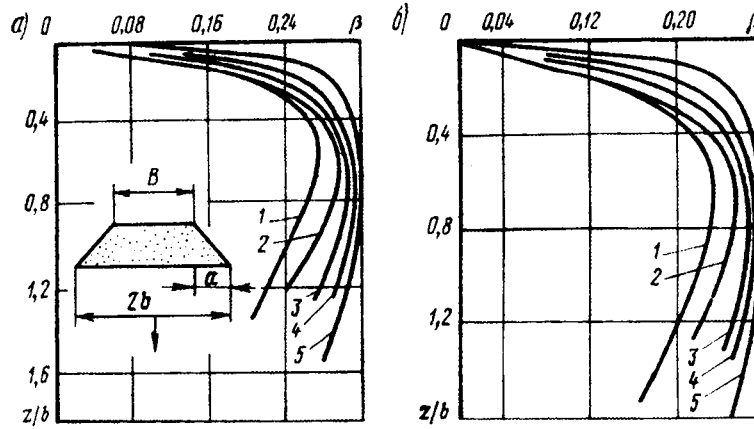
Сувга тўйинган бўш асосда кўтариладиган кўтармага грунтларни тез тўкилганида жоиз юклама В.Д.Казарновский бўйича турли нисбий

чуқурликлар z/b учун ҳисоблаб топилган минимал қиймат билан аниқланади:

$$p_{ж} = \frac{c_{бошл} + \gamma z tg\varphi_{бошл}}{\beta},$$

бу ерда $c_{бошл}$, $\varphi_{бошл}$ - табиий ётқизиқ холидаги намлигида асос грунтининг илашиши ва ички ишқаланиш бурчаги; γ - асос грунтининг ўртача зичлиги; β- 2 a/b юклама эпюраси шаклининг ва нисбий чуқурлик z/bнинг функцияси $\varphi_{бошл}$.

$\varphi_{бошл}$ = 0 ва 5° учун β ни аниқлаш графиклари 14.12 - расмда келтирилган.



14.12-расм. φ=0/*а*/ ва φ=5° бўлганида /б/ β коэффициентининг қийматлари графиги

2a/б нисбатларнинг қийматлари: 1-10,0; 2-3,0; 3-1,0; 4-0,6; 5-0,2.

Агар грунтлар учинчи фаза шароитларида деформағияланса, кўтарма остида анча катта чуқурликда ётган бир жинсли грунтлар-нинг сиқилиши эгри чизиқли сирпаниш сиртлари ҳосил бўлган холда вужудга келади (14.13-расм). Кўтармани чўкиши тўшовчи қатламнинг

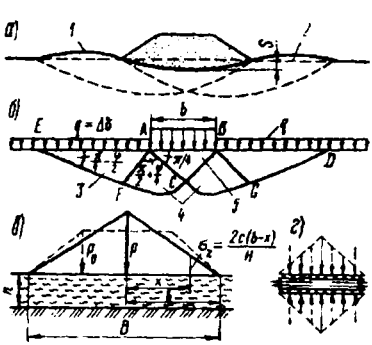
ҳам бир томонлама, ҳам икки томонлама дўппайиб чиқиши билан ҳосил бўлиши мумкин.

Агар кўтарма қалинлиги пастидаги энига нисбатан катта бўлган бўш асосларда кўтариладиган бўлса, бир жинсли грунтнинг ён томонга қаппайишини келтириб чиқарадиган кўтарма босими грунтлар механикаси формулалари билан ҳисоблаб аниқланиши мумкин, грунтлар механикасида асослардаги грунтларнинг турғунлиги чегаравий мувозанат шарти бўйича қаралади.

Кўтармадан тушадиган чегаравий босим (унинг ошиб кетиши кўтарма остидан грунтнинг қисиб чиқарилишини вужудга келтиради) Прандтлнинг грунтнинг ўз оғирлиги таъсирига Тейлор тузатиш киритган формуласи бўйича қўйидагини ташкил этади

$$p = (\delta\Delta + cwcw\varphi)\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}\exp\pi tg\varphi - c_\omega ctg\varphi\,, \qquad (14.8)$$

бу ерда δ - грунтнинг зичлиги; Δ - кўтарманинг грунтга кўмилиш чуқурлиги; c_ω - грунтнинг илашиши; φ - ички ишқаланиш бурчаги.



14.13-расм. Бўш асослардаги кўтармаларнинг турғунлигини аниқлашга оид схема: а) кўтарманинг асос грунтини сиқиб чиқариб ва қаварик пушталар ҳосил қилиб чўкиш схемаси; б) Л.Прандталь бўйича қаварик призмалари ҳосил бўлишининг назарий схемаси; в) иккита бикир плита орасида сиқилаётган грунтнинг пластик оқиши; г) Л.К.Юргенсон бўйича кучсиз грунтнинг юпқа қатламида ётган кўтарманинг турғунлигини ҳисоблашга оид схема; 1 - қаварик пушташи; 2 - грунтнинг дастлабки сир-ти; 3 - қаварик призмаси; 4 – пластик силжишлар зонаси; 5 - ботиришда шиббаланган пона.

Агар кўтарманинг грунтга босими p_1 грунтга тушадиган босимнинг чегаравий қийматидан ортиб кетса, Δ=0да ёнаки сиқилиш ҳосил бўлади, у ўта чўкиш босим p_1=p бўладиган қийматига эришганда тўхтайди.

Чегаравий мувозанат шартлари бўйича ҳисоблаш усулини кўтарма остидаги деформацияланадиган грунт қатламининг қалинлиги кўтарманинг остки энининг камида 1,5 қисмига тенг бўлганида қўллаш мумкин. Деформацияланадиган қатлам қалинлиги кам бўлганида грунтга тушадиган босимнинг чегаравий қийматини бахолаш учун бўш грунтнинг юпқа қатламларининг сиқиб чиқаришга қаршилигини бахолаш усули (акад. Л.К.Юргенсон ишлаб чиққан) қўлланиши мумкин (14.13 - расм,в). Бу иккита параллел бикир сиртлар орасида сиқиладиган материал қатламининг пластик оқимини тахлил қилишга асосланган.

Таги параболик шаклга эга бўлган кўтарма остидаги бўш асосларнинг сиқишга қаршилиги 2 марта кам кам қилиб қабул этилади.

Горизонтал асосли кўтарма остидан грунтларни сиқиб чиқарувчи чегаравий юклма Л.К.Юргенсон бўйича қўйидагини ташкил этади:

$$p=cB/H \qquad (14.9)$$

бу ерда с - грунтнинг илашиши; В - кўтарманинг таг бўйича эни; Н - кучсиз грунт қатламининг қалинлиги.

Кўтармаларнинг асосидаги бўш грунтларнинг дўппайиб чиқиб қолишига турғунлигини ошириш учун бир қатор тадбирлар кўзда тутилади:

кўтарманинг ўз оғирлигини камайтириш: бунга кўтармани енгил материаллар (керамзит, қозон шлаки ёки торф шлаки)дан қуриб; енгил чақиқ тошли кам семонли бетондан катакли кўтармалар қуриб (бундай кўтармада пластик қувурлар кўндаланг ётқизилиб хаво қатламлари ҳосил қилинган), ёки кўтармада гидроизоляцион қатламлар ҳосил қилиб унинг баландлигини камайтириш йўли билан эришилади;

ёнбағирларни ётқизиш коэффициентини 1:5...1:10гача ошириш, бу грунт асосидаги уринма кучланишларни камайтиради;

кўтарма ёнида унинг ёнбағирлари бўйлаб бермалар қилиш, унинг оғирлиги грунт остида ётувчи ён призмаларнинг сиқиб чиқарилишига қаршилик қилади. Бермаларнинг ўлчамлари турғунликни таъминлайдиган $q=\delta\Delta$ юкламадан келиб чиқиб, (14.8) тенглама билан ҳисобланиши мумкин;

йўлларни эстакадаларда ўтказиш ва кўтарма оғирлигини устун-қозиқ асос орқали остки зич грунтга узатиш;

кўтармани бикир тўшамага тўкиш, бу тўшама кўтарма босимини катта майдонга бир текис тақсимлайди ва кўтарманинг грунтга нотекис кўмилишига тўсқинлик қилади. Бунда асоснинг мустаҳкамлиги 10...20% га ортади, деб ҳисоблайдилар. Кўтарма тагида бир неча қават пишиқ /мустаҳкам/ синтетик материал-геотекстил қатламчаларини ётқизиш йўли билан кўтарма қуйи қисмининг бикирлигини ошириш ва кўтарма грунтининг тўшам грунтга нотекис кўмилишига қаршилигини бироз ошириш мумкин. Кўтарма танасига етарлича масофада киритилган геотекстил полосалари учларининг қаршилиги кўтарма тагининг қавариб чиқишига тўсқинлик қилади, бу эса кўтарманинг бўш асосга ботиб кириб, грунтларнинг ён томонларга сиқиб чиқарилишининг олдини олади.

(14.7) тенглама билан ҳисоблаш асосида бўш грунтнинг юқориги қисмини олиб ташлаб кучсиз грунт қатламининг қалинлигини камайтириш;

игнафилтрлар қўллаш йўли билан ёки сувни четлатиш имконияти бўлган холларда асосни (грунт тўкишга қадар) олдиндан қуритиш. Бу билан грунтнинг илашиши ва ички ишқаланиши ортади, асоснинг ўз оғирлиги таъсирида зичлашуви анча тезроқ кечади;

бўш грунтнинг кўтарма оғирлиги таъсирида зичлана бориши ва сувнинг сиқиб чиқарилиши натижасида мустахкамлигининг ортишини ҳисобга олиб, кўтармани аста-секин секинлаштириб кўтариш. Чўкишни тезлаштиришнинг самарали воситаларидан бири вертикал дреналар қуришдир.

У ёки бу усулни қўллашнинг мақсадга мувофиқлиги энг кўп тарқалган ва синовдан ўтган ечимлар билан иқтисодий жиҳатдан таққослашга асосланган бўлиши керак, бу ечимлар кучсиз грунтни олиб ташлаш ва кўтармани пастроқда жойлашган грунтга тўкиб кўтаришдан иборат. Агар бўш асосда ётқизилган кўтарма дўппайиб чиқишга қарши турғун бўлса, унинг чўкиши ҳисобланиши керак. Бу тўшама грунтнинг сиқилмаслиги учун зарур бўлган ер қазиш ишлари қўшимча хажмини баҳолаш учун зарур.

14.6. Кўтармаларнинг чўкишини аниқлаш

Тўшама грунтнинг сиқилиши оқибатида кўтарманинг чўкишини ҳисоблаш алоҳида қатламларнинг вертикал кучланишлар таъсирида деформацияларини жамлашдан иборат. Бўш грунтларда четга сиқиб чиқарилиши ҳам содир бўлиб, у қўшимча чўкишни келтириб чиқаради, бироқ бу ҳодисани аниқ ҳисобга олиш ҳанузгача ҳал этилмаган.

Йўл кўтармасининг оғирлиги таъсирида тўшама грунтда ҳосил бўладиган вертикал нормал кучланиш (14.11-расмга қ.):

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi a}\left[a(a_1 + a_2 + a_3) + b(a_1 + a_3) + x(a_1 - a_3)\right] \qquad (14.10)$$

Кўтармаларнинг чўкишини ҳисоблашда тўшам грунтнинг сиқилиши грунт қатламининг чекланган чуқурлиги (фаол зона) чегараларида ҳисобланади, бунда, шартли равишда, грунтнинг сиқилиши кўтарма оғирлигидан ҳосил бўлган кучланиш тўшам грунт оғирлигидан ҳосил бўлган босим δ_z нинг 0,2 қисмидан кам бўлган чуқурликда тўхтайди, деб қабул қилинади. Кучли деформацияланадиган грунтларда $\sigma_z=0,1\delta_z$ деб қабул қилиниши маъқул.

Грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўладиган босимини ҳисоблашда сизот сувлар сатҳидан паст жойлашган қатламлар учун, шунингдек, грунтнинг менисклар сатҳидан паст бўлган капилляр сувга тўла тўйиниш жойларида сувнинг муаллақлаштириш таъсири

ҳам ҳисобга олинади. Бу ҳолда грунтнинг зичлиги тахминан 1г/см^3 га тенг деб қабул этилади.

Чўкиш миқдори грунтнинг алоҳида қатламларининг деформацияларини жамлаш йўли билан аниқланади, бу қатламлар чегарасида кучланганлик ҳолати ва грунт деформациялари тавсифи (деформация модули, компрессион боғлиқлик кўрсаткичлари) доимий деб қабул қилиниши мумкин. Бунда босимнинг хақиқий тақсимланиши эпюраси поғонали эпюра билан (14.14 - расм) алмаштирилади. Ажратиладиган қатламлар қалинлиги таг энининг 0,4 кисмидан ошмаслиги керак.

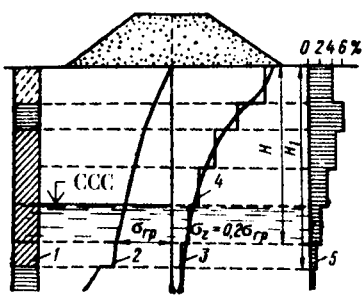
Нисбатан зич грунтларнинг сиқилувчанлиги деформация модули билан тавсифланади, унинг қиймати намуна юкламалар билан синаб аниқланади. Бу холда h қалинликда ажратилган қатламнинг сиқилиши

$$\Delta h = h\sigma_z / E_{гр},$$

Йўл кўтармасининг умумий чўкиши эса қўйидагини ташкил этади:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{h_i \sigma_{zi}}{E_{гр i}} \qquad (14.11)$$

Агар қуйи катламнинг нисбий сиқилиши 0,1%дан ошса (1м грунт қалинлигига 1мм), грунтнинг пастда жойлашган қатламлари деформацияларини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаш давом эттирилади.



14.14-расм. Кўтарма остидаги грунтнинг сиқилишдан чўкишини ҳисоблашга оид схема:

1- геологик қирқим; 2 - грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган кучланишлар эгри чизиғи; 3- кўтарма оғирлигидан ҳосил бўлган кучланишлар эгри чизиғи; 4- кучланишлар эгри чизиғини поғонали эпюра билан алмаштириш; 5- грунтнинг нисбий сиқилиш эпюраси; H- сиқилаётган қатламнинг дастлабки қалинлиги; H_1- сиқилаётган қатламнинг қалинлиги (пастда жойлашган грунт қатламларининг зичланиши ҳисобга олган ҳолда аниқлаштирилган қалинлиги).

Кучли деформацияланадиган грунтларда (масалан, жойни вертикал текислашда торфли ва юмшоқ грунтларда) кўтармаларнинг чўкишларини ҳисоблашда бу грунтларнинг эгри чизиқли деформацияланиши назарга олинади. Бунда проф. Н.Н.Иванов бўйича компрессион эгри чизиқ тенгламасининг синашда аниқланадиган кўрсаткичларидан фойдаланилади:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_0 - \frac{2,3}{A}\left(\ell g p_2 + 1\right), \qquad (14.12)$$

бу ерда ε_2- ρ_2 босим вақтидаги ғоваклик коэффициенти; А - грунтнинг сиқилувчанлигини тавсифловчи ва юкламага боғлиқ бўлмаган коэффициент.

Қумлар ва қумлоқ тупроқлар учун ε_o=0,4...0,5 ва А=25...75, қумоқ тупроқлар учун ε_o>0,65 ва А=10...15.

Торфларда ε_o ни кўрсаткичи суюқланганлик коэффициентига боғлиқ бўлиб, 4 дан 75 гача ва А эса 10 дан 4 гача бўлади.

Юклама p_1дан p_2гача ошганида грунтнинг Н қалинлигидаги қатламнинг сиқилиши қўйидагича аниқланади:

$$\Delta = \frac{2,3H}{A + (1 + \varepsilon_1)} \ell g \frac{p_2}{p_1} \qquad (14.13)$$

Агар кўтарма асоси деформацияланувчанлиги турлича бўлган бир нечта қатламдан иборат бўлса ёки асоснинг қалинлиги чуқурлик бўйича кучланишларнинг сўнишини ҳисобга олиш зарур бўладиган тоифада бўлса, у холда умумий чўкиш қатламларнинг сиқилишини жамлаш йўли билан ҳисобланади:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{2,3\ell g \frac{p_{2i}}{p_{1i}}}{A_i\left(1 + \varepsilon_{1i}\right)} \qquad (14.14)$$

Кўтарма тагидаги торф қатламининг эластиклик деформацияси 0,5 см дан ошмаслиги керак. Бунинг учун тўкилган грунт қатлами қалинлигининг кўтарма тагида колдирилган кучсиз грунт қалинлиги Нга нисбати қўйидагича бўлиши керак: энг камида 2м (Н=1м да); 0,5 м (Н=6 м да); капитал ва енгиллаштирилган турдаги тўшамалар учун 1,2 ҳамда 0,4 - ўтиш туридаги тўшамалар учун.

14.7. Кўтармаларнинг чўкиш тезлигини ҳисоблаш

Кўтарма остидаги сувга тўйинган грунтларнинг зичлашиши секин кечади. Деформацияланиш тезлиги грунтнинг фильтрация коэффициентига боғлиқ бўлиб, у кенг чегараларда ўзгариши мумкин. Чунончи, торфлар учун уларнинг таркиби ва чириганлик тоифасига қараб фильтрация коэффициенти $1 \bullet 10 м^{-3}$ дан $1 \bullet 10^{-7}$ см/с ни ташкил этади.

Торфли ёки лойли асослардаги иншоотларнинг чўкиш тезлиги сувга тўйинган грунтларнинг вақт мобайнида зичланиш назарияси формулаларидан аниқланиши мумкин. Бу назария унинг оддий таърифланишида сувга тўйинган грунтларнинг вақт мобайнида секин сиқилишини кўриб чиқади, бу сиқилиш ташқи юклама таъсирида сувнинг сиқиб чиқарилиши натижасида содир бўлади. Бунда кучланиш сиқилаётган қатламда чуқурлиги бўйича доимий, юклама эса катта майдонча орқали узатилади, деб фараз қилинади, бу майдончанинг томонларидан кичиги сиқилаётган қатлам қалинлигидан 3...4 марта катта бўлади. Сув вертикал йўналишда энг қисқа масофа бўйича сиқиб чиқарилади ва қумли туб ёки қумли кўтарма орқали чиқариб юборилади. Оний ва юклама қўйилганидан t вақтдан кейин чўкиш қўйидаги боғлиқлик билан ифодаланади:

$$\Delta_t = \Delta_\infty \left[1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(- \frac{0{,}75\kappa \left(1 + \varepsilon_{yp}\right) 10^{-8}}{a \delta_в h^2_p} t \right) \right] = \Delta_\infty U_{верт} , \qquad (14.15)$$

бу ерда Δ_∞- чўкишнинг тўхтагандан кейиинги тўла катталиги;

к - босимнинг маиший қийматидан то р гача ўзгариши оралиғида фильтрация коэффициентининг ўртача қиймати, см/с; t - юкламанинг таъсири давомийлиги, йиллар; h_p - сиқиладиган қатламнинг ҳисобий қалинлиги, см (агар сиқиб чиқарилаётган сув сиқилаётган қатламнинг бирор сирти - қумли кўтарма, ботқоқнинг лойли туби - орқали четлатиладиган бўлса, ҳисобий қалинлик h_p сиқиладиган қатламнинг тўла қалинлиги Н га тенг; агар сув иккита сирт - қумли кўтарма ва ботқоқ туби орқали чиқа олса, ҳисобий қалинлик h_p=Н/2 га тенг);

$\varepsilon_{ўр}$ - юклама қўйилганига қадар ва қўйилганидан кейин грунт ғоваклик коэффициентининг ўртача қиймати; *а* - тўғриланган компрессия эгри чизиғининг ($\varepsilon_{ўр}$=А-ар) тенгламаси параметри; $\delta_в$ - сувнинг зичлиги, у бирга тенг қилиб олинади ва ўлчамлиликка риоя қилиш учун формулага киритилган; $U_{верт}$ - консолидация коэффициенти - t вақт ичида кечадиган умумий чўкиш улушида ҳисобланади.

Ҳисоблашларни енгиллаштириш учун грунтлар механикаси курсларида $U_{верт}$ қийматларининг ёрдамчи жадваллари келтирилади.

Агар сувга тўйинган асос сув шимилувчанлиги турлича бўлишига қарамасдан хоссалари бўйича бир-бирига яқин бир қанча қатламлардан иборат бўлса (масалан, турли хил торфдан), (14.15) формулага фильтрация коэффициентининг ўртачалаштирилган қиймати киритилади:

$$к = \frac{\sum H}{\frac{H_1}{к_1} + \frac{H_2}{к_2} + \ldots + \frac{H_n}{к_n}}, \qquad (14.16)$$

бу ерда H_1, H_2, ... H_n - алохида қатламлар қалинлиги; ΣН - умумий қалинлик; $к_1$, $к_2$..., $к_n$ - вертикал йўналишда қатламларнинг фильтрация коэффициентлари.

Чўкиш тезлигини, шунингдек, структураси бузилмаган грунтларнинг намуналарини лаборатория шароитларида синаш натижалари асосида ҳам баҳолаш мумкин.

Грунт массасининг консолидацияси назариясига мувофиқ агар h(см) қалинликдаги намунанинг t (сут) вақт ичида чўкиши унинг тўла чўкишининг q (%) қисмини ташкил этса, у ҳолда қалинлиги H бўлган қатламнинг натурада худди шундай нисбий чўкиши қўйидаги муносабатдан аниқланади.

$$T=t(H/h)^2 \qquad (14.17)$$

Агар ҳисоблашлардан кўтарманинг чўкиши қурилиш даврида қоплама ётқизилганига қадар тўхтамаслиги маълум бўлса, бу жараённи тезлатиш учун маҳаллий шароитларга қараб қўйидаги усуллардан бирини қўллаш мумкин;

- торф қатламини чуқурроқ олиб ташлаш, бу сиқиладиган қатлам қалинлигини камайтиради;
- ботқоқликни қуритиш, бу капилляр босим кучлари билан торфнинг зичланишига ва ишқаланиш ҳамда илашиш коэффициентларини оширишга олиб келади;
- ортиқча юклама бериш усулини қўллаш, бу шундан иборатки, аввал ёнбағирлари тик баланд кўтарма қилинади ёки унга қўшимча равишда грунт қатлами ётқизилади.Кўтарманинг грунтга босими оширилганда чўкиш тезлашади. Қопламани ётқизишдан олдин кўтарма лойиҳа белгисигача текисланади;
- бурғиланган қудуқлар кўрилинишдаги вертикал зовурлар қурилиб йирик қум билан тўлатилади ёки ғовак материаллар планда 1,5...3 м оралатиб, шахмат тартибида ёки квадрат тўр бўйича жойлаштирилади. Кучли чириган тофрли ёки балчиқли жойларда қурилган зовурлар кўтарманинг чўкишини 20....25 марта тезлаштириши мумкин. Кучсиз асослар қалинлиги 5....6 м бўлганида вертикал дреналар қуриш усули кенг тарқалган.

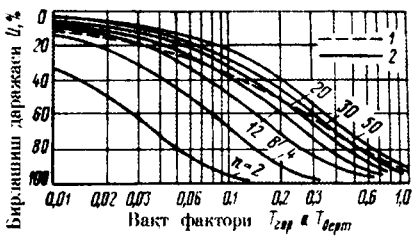
йўл пойи тагида бўйлама қумли зовурларни 1,8....2,4м масофада қуриш; бу торфнинг қалинлиги (H<4м) экскаваторлар билан ишлашга имкон берганида мумкин. Бунда асос грунтида кавланган

хандақларни қум билан тўлдириш даврида вертикал деворларини сақлаб тура оладиган бўлиши керак.

Қумли дренани ва сизот сувлари оқадиган кесикларни қуришда сувга тўйинган грунтларнинг сиқилиш тезлигини ҳисоблаш назариясида юқорида кўриб ўтилган сувга тўйинган грунтларнинг зичлашуви назариясидаги мулоҳазалардан келиб чиқилади, бироқ зовурдаги сувнинг горизонтал йўналишда сиқиб чиқарилиши натижасида асос грунтининг қўшимча зичлашуви ҳам ҳисобга олинади. Формулага тегишлича фильтрация коэффициентининг горизонтал йўналишдаги қиймати $к_{гор}$ қўйилади, унинг қиймати торфлар учун фильтрация коэффициентининг вертикал йўналишдаги квадрат қийматидан ортиқ.

Вертикал дреналар қуришда тўлиқ йиғинди консолидациянинг тоифаси (%) буйидаги муносабат бидан ифодаланади:

$$U_г=100-0,01(100-U_{верт})(100-U_{гор}) \qquad (14.18)$$



14.15-расм. Вертикал зах қочиргичларнинг таъсирида чўкиш даражасини ҳисоблаш графиги:
1 - сувнинг вертикал сиқиб чиқарилиши; 2 - сувнинг горизонтал сиқиб чиқарилиши.

$U_{гор}$ ва $U_{верт}$ ларнинг қийматлари ёрдамчи графиклардан (14.15-расм) дреналар орасидаги масофанинг улар диаметри ($n=\ell/d$) нисбатига қараб қабул қиланади. Ёрдамчи графикларнинг абсциссалар ўқи бўйича ёрдамчи мавҳум катталиклар (вақт) қўйилган, улар қўйидагиларга тенг:

горизонтал фильтрация учун

$$T_{гор}=\frac{к_{гор}(1-\varepsilon_0)t}{\delta_c \ell^2 d}, \qquad (14.19)$$

вертикал фильтрация учун

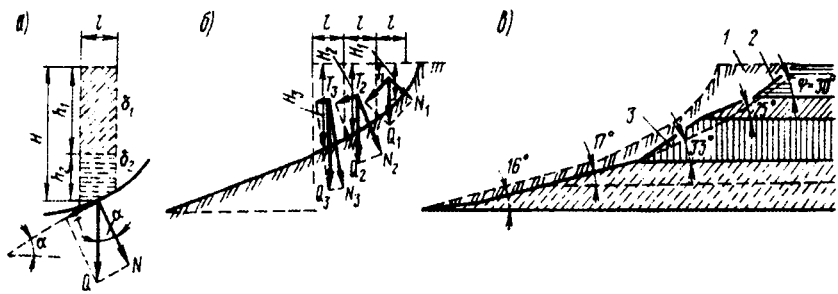
$$T_{верт} = \frac{\kappa_{верт}(1+\varepsilon_0)\gamma}{a\delta_c h^2}, \qquad (14.20)$$

бу ерда δ_c - сувнинг зичлиги.

Сув сизадиган кесикларни ҳисоблаш учун ҳам шунга ўхшаш графиклар бор.

14.8. Йўл пойи ёнбағирларининг турғунлиги

Ички ишқаланиш коэффициенти φ ва илашиши с бўлган грунтда турғун ёнбағирнинг чегараларини белгилаш учун юқоридан горизонтал ва ён томондан вертикал текислик билан чегараланган грунт массивини тасаввур этамиз. Ўпирилиши мумкин бўлган призмани бир қатор тенг энли ташкил этувчи призмаларга фикран вертикал кесимлар билан ажратамиз ва улардан биринг (14.16-расм) мувозанат шартини кўриб чиқамиз. Бунда ҳар қайси алоҳида призма, ёндош призмалардан қатъи назар, ўз мувозанатини сақлайди, яъни ён томон босим кучлари ва вертикал кесимларда ишқаланиш кучлари йўқ, деб фараз қиламиз.



14.16 - расм. Турғун ён бағирнинг сиртини аниқлашга оид схема:
а - грунтнинг ажратилган алоҳида призмасининг мустаҳкамлиги; б - қўшни призмаларда сирпаниш сирти қиялиги тиклигининг ўзгариши; в - проф. Н.Н.Маслов усули билан кўп қатламли грунтларда турғун ёнбағирни қуриш; 1 - бир жинсли грунтдаги табиий ёнбағир; 2 - заҳира коэффициенти киритилгандаги ҳисобий ёнбағир; 3 - текисланган ҳисобий ёнбағир.

Ажратилган призма (14.16-расм,а) оғирлик кучининг уринма ташкил этувчиси T таъсирида ўпирилиш сирти бўйича силжишга интилади:

$$T=Q\sin\alpha$$

Силжишга қаршилик кучлари ички ишқаланиш кучлари ва илашиш кучлари йиғиндисига тенг:

$$Q\cos\alpha tg\varphi + c\frac{l}{\cos\alpha} \ ,$$

бу ерда с - илашиш, φ-ички ишқаланиш бурчаги.

Силжитувчи ва тутиб турувчи кучларнинг тенглигига мос келувчи чегаравий мувозанатлик шарти

$$Q\sin\alpha = Q\cos\alpha d\varphi + \frac{cl}{\cos\alpha} \qquad (14.21)$$

Тегликнинг хар икки қисмини Qcosα га бўлиб, ва $Q=\ell h\delta$ эканлигини ҳисобга олиб (бу ерда δ -грунтнинг зичлиги) қўйидагини ҳосил қиламиз:

$$tg\alpha = tg\varphi + \frac{c}{\delta hccos^{2}\alpha} \qquad (14.22)$$

Олинган боғлиқликлар шуни кўрсатадики, боғланган грунтлардаги ёнбағирларнинг юқориги қисми қиялик жуда тик бўлганида турғун бўлиши мумкин, пастки қисмида эса баланд ёнбағирлар ётиқ бўлиб, қиялик бурчаги ички ишқаланиш бурчагига яқин бўлиши керак (14.16-расм,б). Бу ғоя проф. Н.М.Маслов томонидан турли жинслик грунтларда турғун ёнбағирларни лойиҳалаш учун қўлланилиб, уни Fp усули деб атади. Бу усул шундай фаразга асосланадики, ўпирилиш пайтида грунтда босим гидростатик тақсимланади (ёнаки босим коэффициенти ε=1), ёнбағирнинг турғунлик бурчаги эса хар қандай грунт учун грунтга тушадиган босим р бўлганида силжиш бурчаги φ га тенг, яъни

$$tg\varphi = tg\varphi + \frac{c}{p}$$

Турғун ёнбағир профилини ясаш учун (14.16-расм,в) баландлиги бўйича бир қанча қатламлар уни ташкил қилувчи қатламланишларга кўра ажратилади; уларнинг хар бирининг тўшами учун грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган босими аниқланади:

$$P_h = \sum \delta h$$

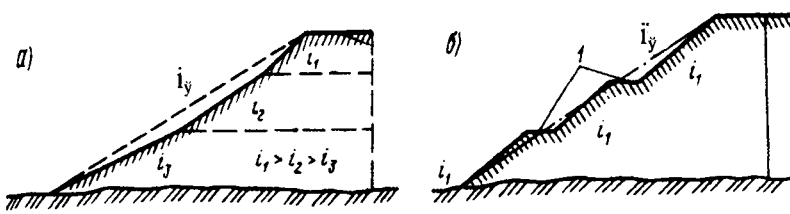
Ҳисобий силжиш бурчаклари қўйидаги ифодадан топилади:

$$tg\varphi = \frac{1}{K_з}\left(tg\varphi + \frac{C}{P_h}\right), \qquad (14.23)$$

бу ерда, $K_з$ - зарур заҳира коэффициенти. $K_з$=1 да ёнбағирнинг чегаравий мувозанат ҳолатидаги қиёфаси ҳосил бўлади.

Ёнбағирнинг қиёфаси унинг тагидан бошлаб, φ нинг топилган қийматлари бўйича белгиланади.

Амалда ёнбағир шаклини турғун ёнбағир қиёфасига яқинлаштириш учун турли участкаларда баландлик бўйича унинг ўзгарувчан тиклиги қўлланади ёки доимий тикликни сақлаган ҳолда бермалар қилинади (14.17-расм). Бермалар ёмғир сувлари ёки қор-муз сувларининг ёнбағирда оқиш тезлигини камайтириб, уни ювилиб кетишдан сақлайди. Улар, шунингдек, ёнбағирларни таъмирлаш ва сақлаб туришни енгиллаштиради, уларни кўздан кечиришга, таъмирлаш учун материаллар келтириб, уларни тахлаб қўйишга имкон беради.



14.17-расм. Баланд кўтармаларнинг кўндаланг профиллари:
а - ёнбағир ўзгарувчан тиклигида; б - бермалар киритилгандан кейин;
1 - берма (йўл пойи ёнбағирининг мустаҳкамлигини таъминловчи жой).

Кузатишлар шуни кўрсатдики, кўтармаларнинг ёнбағирлари сиртлари бўйича ўпирилади, уларни муҳим хатоларсиз доиравий-цилиндрик сиртлар деб қабул қилиш мумкин. Ёнбағирларнинг турғунлигини текшириш учун бир қатор сирпаниш сиртларининг вазияти берилади ва ёнбағирларнинг сирпаниб тушаётган қисмларининг турғунлик коэффициентлари аниқланади. Сирпаниш сиртлари ёнбағир тўшамаси бўйича ўтказилиб, агар кўтарма зич асосда кўтарилган бўлса, тўшама грунтига чуқур кириб борилмайди. Агар кўтарманинг тагидаги асоси юмшоқ, сувга тўйинган ва кам боғланган бўлса ($\varphi<8^{o}$), асосни қамраб олувчи ва кўтарма тўшами тагидан четга чиқувчи эгри чизиқлар ҳам тадбиқ этилиши зарур.

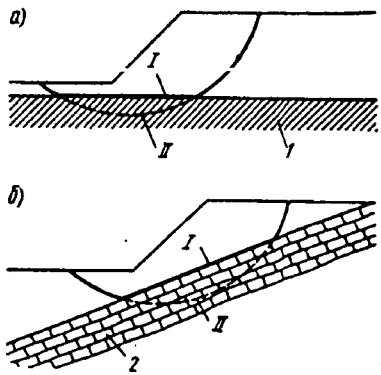
Доиравий-цилиндрик сиртлар усули агар уларнинг алоҳида қатламлари бир-биридан кам фарқ қилса ва горизонтал ёки йўлдан қиялама жойлашган бўлса, қаватли қатламланишларда ҳам қўлланилиши мумкин. Турғунлик коэффициенти ифодасига ҳар қайси бўлма чегарасида сирпаниш сиртлари кесадиган грунт хоссаларига мос келадиган ёки кесувчи йўналишга мос келадиган (масалан, сланецли жинсларда, уларда бўйлама ва кўндаланг силжишга қаршилик сирпаниш сиртлари учун турлича) φ ва с нинг қийматлари киритилади.

Грунтларнинг ҳоссларида фарқ кам бўлганида ва қатламлар унча қалин бўлмаганида ҳисоблаш формулаларига илашиш ва ички ишқаланиш бурчакларининг ўртачалаштирилган қийматлари киритилади:

$$c=\frac{c_1h_1+c_2h_2+\ldots+c_nh_n}{h_1+h_2+\ldots+h_n};$$

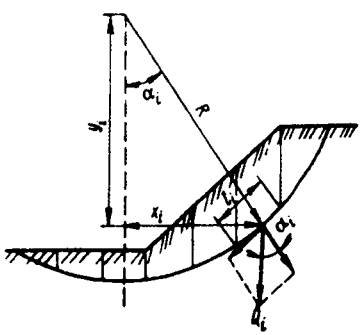
$$f=tg\varphi=\frac{f_1h_1+f_2h_2+\ldots+f_nh_n}{h_1+h_2+\ldots+h_n} \qquad (14.24)$$

Агар кесиб ўтиладиган қатламлардан бирортасининг силжишга қаршилиги кам бўлса ёки унинг силжишга қаршилиги турли йўналишларда бир ҳил бўлмаса, кучсиз қатлам чегарасида ўпирилиш эгри чизиғини қисқартириш варианти кўриб чиқилиши мумкин (14.18 - расм).



14.18-расм. Грунт қатламланишининг бир жинслимаслигини ҳисобга олиш учун эгри чизиқ қиёфасига тузатиш киритиш:
а - кучсиз грунтлар мавжудлигида; б - қоя грунтлар мавжудлигида; I - ҳақиқий сирпаниш сирти; II- сирпаниш сиртининг ривожланмаган қисми; 1 - кучсиз грунт; 2 - қоя грунт.

Ёнбағирларнинг турғунлигини текширишда турғунлик коэффициенти энг кам бўлган сирпаниш сирти худди шундай сиртлардан бир нечтасини олиб, кетма-кет уринишлар усули билан аниқланади. Ҳар қайси сирпаниш сирти учун массивнинг турғунлигини баҳолашда ўпирилиб тушаётган массивда қалинлиги 1 м бўлган полоса ажратилади ва у вертикал кесилиб, эни 3....5 м бўлган бир нечта призмага ажратилади (14.19 - расм).



14.19-расм. Сурилиб тушаётган ёнбағирнинг турғунлик коэффициентини аниқлашга оид схема.

Призмаларнинг қалинлиги бир ҳил бўлиши шарт эмас.

Агар кўтарма механик ҳоссалари кескин фарқ қиладиган қатламлардан ташкил топган бўлса, у холда призмалар вертикал

чегараларининг сирпаниш эгри чизиқлари қатламлар чегараси билан кесишган нуқтадан ўтгани маъқул. Ҳисоблашга силжиш қаршилигининг сирпаниш эгри чизиқларининг мос келадиган тавсифлари киритилади, призмаларнинг оғирлиги эса турли жинсли грунтларнинг қалинлигини ҳисобга олиб аниқланади.

Бутун ёнбағирлар учун турғунлик коэффициенти ажратилган призмаларни сирпаниш сирти ўқига нисбатан тутиб турувчи ва силжитувчи кучлар моменти йиғиндиси нисбатидан топилиши мумкин:

$$K_y = \frac{\Sigma M_{mym}}{\Sigma M_{силж}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(Qtg\varphi\cos\alpha + c\ell)R}{\sum_{i=1}^{i=n} QR\sin\alpha}$$

Жамлашда моментларнинг ишоралари ҳисобга олинади. Бироқ, 14.19-расмга мувофиқ хар қайси ажратилган призма учун:

$$R\cos\alpha = y; R\sin\alpha = x$$

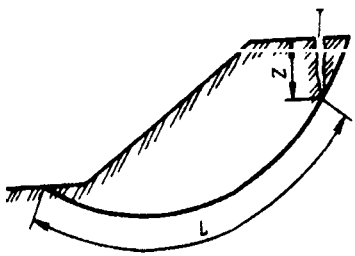
Бундан формулага қўйидаги қўринишни бериш мумкин.

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Qytg\varphi + RcL}{\sum_{i=1}^{i=n} Qx} \qquad (14.25)$$

(14.25) формулада $L = \Sigma\ell$ - сирпаниш сирти узунлиги, уни аниқлашда ёнбағирларнинг ўпирилиши одатда ёнбағирларнинг юқориги қисмида дарзлар ҳосил бўлишидан кейин бошланиши ҳисобга олинади. Бўлмалар ажратишда ва сирпаниш сирти узунлигини аниқлашда (14.20 - расм) бу дарзни ҳисобга олиш ва унинг чуқурлигини қўйидагига тенг қилиб олиш керак (Терцаги бўйича):

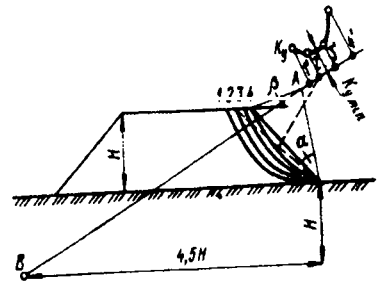
$$z = \frac{2ctg\left(45^0 + \varphi/2\right)}{\delta} \qquad (14.26)$$

Сирпаниш сирти марказидан ўтадиган вертикалдан чапда жойлашган бўлмаларнинг оғирлиги турғунлик коэффициенти қийматини оширади. Силжиш таъсирида бўлган қияликлар этагида контрфорслар қуришнинг ижобий самараси ана шунга асосланган.



14.20-расм. Сурилиб тушаётган қияликнинг юқориги қисмида дарзлар ҳосил бўлиш схемаси:

T- дарз; L- сирпаниш эгрисининг ҳисобий узунлиги.



14.21-расм. Энг кичик мустаҳкамлик (турғунлик) коэффициентига эга бўлган сирпаниш сиртлари марказини топиш усули қурилган график: 1, 2, 3, 4 - сирпаниш эгрилари; 1`, 2`, 3`,4`- сирпаниш эгриларининг марказлари; K_y- турғунлик коэффициенти.

Ёнбағирлар турғунлигини текширишнинг ишончлилик тоифаси минимал турғунлик коэффициенти аниқланган ўпирилиш сиртининг хақиқий энг хавфли сиртга нечоғлик мос келишига боғлиқ.

Энг хавфли сирпаниш эгри чизиқларининг марказини, текшириш ҳисоблашларини бажаришдаги катта тажриба асосида, белгилаш учун бир қанча эмпирик усуллар таклиф этилган. Бироқ, бу ҳисоблашларнинг аниқлик тоифаси етарли текширилмаган ва уларнинг бир-биридан афзаллиги йўқ, чунки барча усулларда олинадиган натижалар бир-бирига яқин.

Йўл ташкилотлари амалиётида Терцаги-Феллениус усули энг кўп тарқалган, бу усулда энг кичик турғунлик коэффициентига мос келувчи сирпаниш эгри чизиқларининг марказлари АВ тўғри чизиққа яқин жойлашади. Бу чизиқ 14.21 - расмда кўрсатилган чизма ёрдамида топилади. АВ чизиқни чизиш учун зарур бўлган α ва β бурчакларнинг қийматлари ёнбағирнинг нишаблик бурчаги α_1 га қараб 14.2 - жадвалда берилган. Синиқ ёнбағирларда ёки ўрталарида

бермалар жойлашган ёнбағирларда тўғриланган ўрта ёнбағирларнинг бурчагидан келиб чиқилади.

Ёнбағирнинг энг хавфли сирпаниш эгри чизиғининг вазиятини топиш учун (14.21 - расмга қ.) аввал сирпаниш эгри чизиқларининг мумкин бўлган бир нечта вазиятлари белгиланади.

14.2-жадвал

Ёнбағирнинг ётқизилиш коэффициенти	Ёнбағирнинг нишаблик бурчаги α_1	Бурчаклар, град.	
		α	β
1:0,58	60°	25	40
1:1	45°	28	37
1:1,5	33°40	26	35
1:2	26°34	25	35
1:3	18°26	25	35
1:4	14°03	25	36
1:5	11°19	25	37

Масалан, ёнбағир этаги орқали ўтувчи ва кўтарма қирғоғи устидан ҳисоблаганда кўтарма энининг 0,25 ва 0,75 қисми қадар кўтарма сиртига чиқувчи эгри чизиқлар туркуми белгиланиши мумкин. Ҳар қайси эгри чизиқнинг маркази белгиланган сирпаниш эгри чизиқ учларини тортиб турувчи ватарнинг ўртасидан чиқарилган перпендикулярнинг Феллениус тўғри чизиғи билан кесишиш нуқтасида жойлашади. Ҳар қайси эгри чизиқ учун турғунлик коэффициенти аниқланади. Энг хавфли сирпаниш эгри чизиғи марказини топиш учун АВ чизиғидан абсцисса ўқи сифатида фойдаланиб, турғунлик коэффициентиларининг ёрдамчи графиклари қурилади, бунда уларнинг қийматлари сирпаниш эгри чизиқларининг марказидан бошлаб олиб қўйилади. Олинган нуқталарни равон эгри чизиқ билан бирлаштириб, турғунлик коэффициентининг минимал қиймати K_{min} топилади.

Доиравий-цилиндрик сиртлар усули олдиндан берилган турғунлик коэффициенти билан ёнбағирни лойиҳалаш имконини

бермайди. Фақат кўтарма ёки ўйманинг кўндаланг профилини аста-секин ўзгартира бориб, кетма-кет яқинлашиш йўли билан мақбул турғунлик коэффициентига яқинлашиш мумкин. Ҳозирги вақтда электрон-ҳисоблаш машиналари учун дастурлар ишлаб чиқилган бўлиб, улар жуда кўп сонли сирпаниш эгри чизиқлари учун ҳисоблашларни бажариб, турғунлик коэффициентининг асосланган минимал қийматини топишга имкон беради.

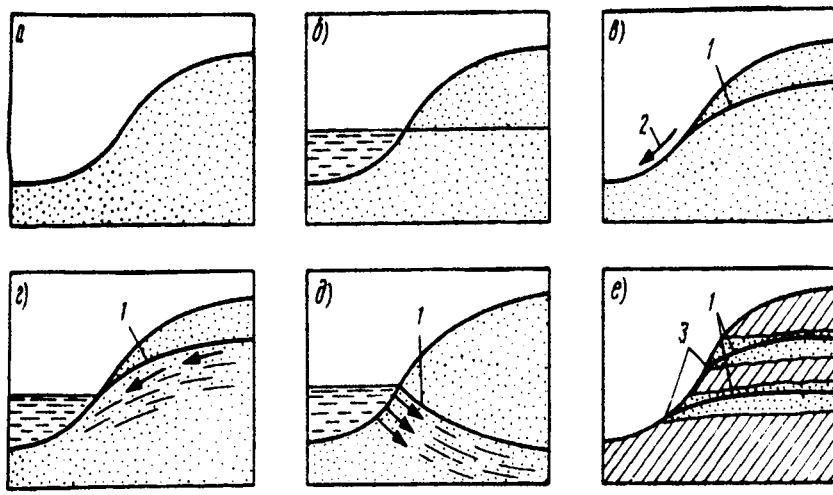
Кўтармалар ва ўймалар ҳамда ўпириладиган нишабликлар ёнбағирларининг турғунлиги йил давомида ўзгаради. Турғунлик коэффициентининг энг кам қиймати кузга ва баҳорга туғри келади, бу вақтларда грунтларнинг ўта намланиши ёнбағирларнинг ўпирилишига ва силжишлар ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

Ёмғирли, қор эриган ва тошқин даврларида йўл пойига кирган сув турғунлик коэффициентини камайтиради, чунки грунтнинг ёғин-сочин сувлари билан намланган сирт қатламларининг оғирлиги ортади; сувга тўйинган грунтнинг илашиш коэффициенти камаяди; тошқин сувларини шимган кўтарманинг пастки қисмида сувнинг муаллақлаштирувчи таъсири намоён бўлади; қайирдаги кўтармаларда грунтни тўйдирувчи сувнинг сизиши натижасида баланд сувлар пасайганида ёнбағир томонда гидродинамик босим D ҳосил бўлади.

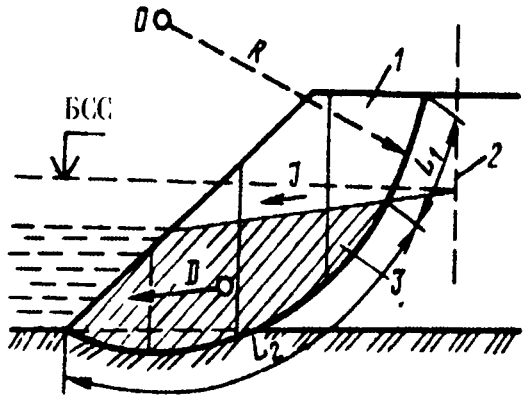
Гидрогеологик шароитларга ва оқиб чиқувчи сувли горизонтларнинг мавжудлигига қараб, проф. Н.Н.Маслов барча нишабликларни олти гуруҳга бўлади (14.22-расм, а....е): сувсиз, сув босган, элтувчи сизот сув оқимлари бор бўлган, сув қувурлари билан дренаж қилинадиган, инфильтрация таъсирига учраган, элтувчи шаҳобчаланган сизот сувлари оқими бор нишабликлар.

Сув элтувчи горизонтлар оқиб чиқадиган ёнбағирларнинг турғунлигини ҳисоблашда турғунлик коэффициентини 5....10% ва ундан ортиқ камайтирувчи гидродинамик босим мавжудлиги ҳисобга олинади. Гидродинамик босим гидравлик градиентнинг (босим исрофининг филтрағия йўлига нисбати) у таъсир қилаётган грунт хажмига кўпайтмасига тенг қилиб олинади. Гидродинамик босим таъсир этаётган ёнбағирларнинг турғунлигини Феллениус ва

Г.М.Шахунянц усулида ҳисоблаш мумкин. Бунда гидродинамик босим ажратилган ёнбағирларнинг оғирлик марказига қўйилади.



14.22-расм. Н.Н.Маслов бўйича грунтли ёнбағирларни таснифлаш схемаси: 1 - депрессия эгри чизиғи; 2 - сувнинг сизиши; 3 - манъбаларнинг сурилиб чиқиши.



14.23-расм. Қайирдаги кўтармалар ёнбағирлари турғунлигини ҳисоблаш учун схема:
1- қуруқ грунт;
2- кўтарманинг ўқи;
3- сувга тўйинган грунт.

Қайир кўтармаларининг ёнбағирларини текширишда сувнинг энг кичик турғунлик коэффициентига мос келувчи критик горизанти ҳисобланади. Сувнинг критик горизонти проф. К.С.Ордуянц усулида 14.23-расмда кўрсатилган ясашлар билан аниқланади.

Ҳисоблашларни соддалаштириш учун К.С.Ордуянц ажратиладиган бўлмаларни қотиб қолган деб қабул қилишни ва гидродинамик босим кучлари сирпаниш сиртлари бўйича таъсир этади деб қабул қилишни шунингдек, алоҳида блокларни эмас, балки бирданига сувга тўйинган грунт массивини кўриб чиқишни таклиф этди. Бундай йўл қўйишлар пухталикни оширишга йўналтирилган. Бу холда қайирдаги кўтармаларнинг турғунлик коэффициенти қўйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$K_T = \frac{c_1 L_1 + c_2 L_2 + tg\,\varphi \sum N}{D + \sum T}, \qquad (14.27)$$

бу ерда c_1,L_1 -қуруқ грунтнинг илашуви ва сирпаниш эгри чизиғи қуруқ қисмининг узунлиги; c_2,L_2 -сувга тўйинган грунт сирпаниш эгри чизиғининг илашуви ва узунлиги; қуруқ ва сувга тўйинган грунтлар орасидаги чегара грунтнинг тўлиқ нам сиғими сатхи бўйича қабул қилинади; кўтарманинг капилляр намланган қисми қуруқ деб ҳисобланади; φ -ички ишқаланиш бурчаги, одатда қуруқ ва сувга тўйинган грунтлар учун бир ҳил қабул қилинади; ΣN -тутиб турувчи кучлар йиғиндиси; ΣT -силжитувчи кучлар йиғиндиси; $D = \omega I$ - ажратилган бўлманинг сувга тўйинган қисмига сизиб кирган сувнинг гидродинамик босими; бўлманинг юзи ω га тенг, гидродинамик босим қўйилган нуқта бўлманинг штрихланган қисмининг оғирлик марказига қўйилган; I -гидравлик градиент, унинг қиймати депрессия эгри чизиғини тортиб турувчи ватар қиялик бурчагининг тангенсига тенг қилиб олинади (8.5.-жадвалга қ.).

Сувга тўйинган грунтлар зичлиги

$$\delta_B = \frac{(\delta_c - 1)(100 - n)}{100} \quad \text{ёки} \quad \delta_B = (\gamma - 1)(1 - n), \qquad (14.28)$$

бу ерда δ_c -қуруқ грунтнинг зичлиги; n -грунтнинг ғоваклиги; %; γ - грунт скелетининг зичлиги.

Қайир кўтармаларини сув босишининг таъсири грунт турига қараб турлича намоён бўлади. Фильтрация коэффициенти юқори бўлган қумли қўтармалар учун сувнинг фақат муаллақлаштирувчи таъсирини ҳисобга олиш зарур, чунки кўтармадаги сув сатҳи қайирдаги сув сатҳининг ўзгаришидан кейин ўзгаради. Қайирдаги лойли кўтармалар тошқин даврида сув сизишлиги кичик бўлганидан тўлиқ намланиб улгурмайди, шунинг учун улар одатдаги қуруқ грунтлар каби ҳисобланади. Қумоқ ва қумли грунтлардан кўтарилган кўтармаларни ҳисоблашда айтиб ўтилган омилларнинг ҳаммасини ҳисобга олиш зарур.

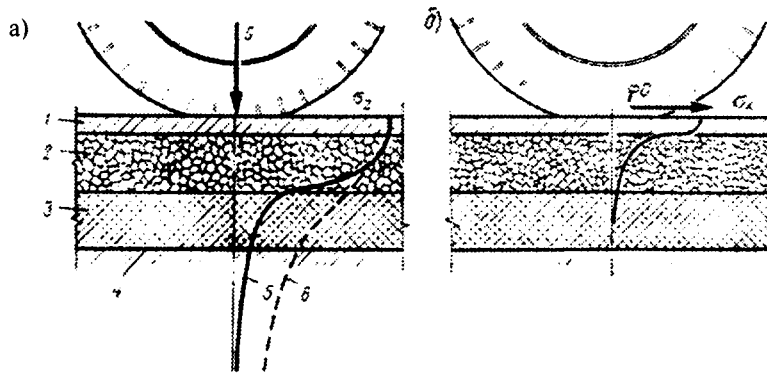
15-БОБ

ЙЎЛ ТЎШАМАЛАРИ (ЛИБОСЛАРИ) НИ ЛОЙИҲАЛАШ

15.1. Йўл тўшамасининг конструктив қатламлари

Автомобилларнинг йил бўйи ҳаракатланишини таъминлаш учун йўлнинг қатнов қисмида йўл тўшамаси қурилади. Йўл пойи сиртига иқлим омилларига ва транспорт ғилдиракларининг таъсирига яхши қаршилик кўрсатадиган материаллардан ётқизилади.

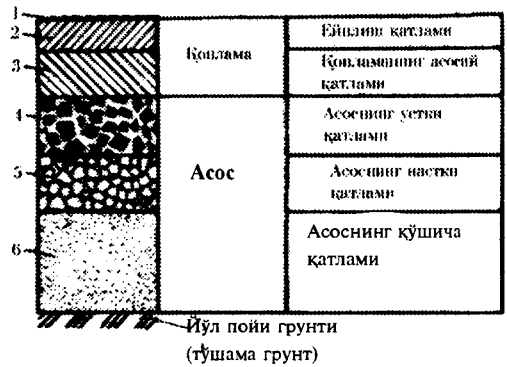
Автомобиллар ўтганида йўл тўшамасида ҳосил бўладиган кучланишлар чуқурлик ортган сари сўна боради (15.1-расм). Бу йўл тушамасини кўп қатламли қилиб лойиҳалашга имкон беради, бунда унинг айрим қатламларида таъсир этувчи кучлар ва иқлим омилларининг интенсив таъсирига мос ҳолда турли мустахкамликдаги материаллардан фойдаланилади.



15.1-расм. Кўп қатламли йўл тўшамасида автомобилларнинг ғилдиракларидан ҳосил бўладиган кучланиш:

а - вертикал кучланишлар σ_z эпюраси; б - горизонтал кучланишлар σ_x эпюраси;1 - қоплама; 2 - асос; 3 - асоснинг қўшимча қатлами; 4 - тўшама грунт; 5 - йўл тўшамасидаги кучланиш; 6 - бир жинсли грунтдаги кучланиш.

Йўл тўшамасида қўйидаги қатламлар бўлади (15.2-расм):



15.2-расм. Йўл тўшамасининг конструктив қатламлари:
1 - сиртқи ишлов берилган қатлам; 2 - майда донли асфальт-бетон; 3 - йирик донли асфальт-бетон; 4 - боғловчи материаллар билан ишлов берилган чақиқ тош; 5 - чақиқ тош; 6 - қум.

қоплама - йўл тўшамасининг юқориги, энг мустаҳкам, одатда сув ўтказмайдиган, ейилишга, зарбий ва силжитувчи юкламаларга яхши қаршилик кўрсатадиган, шунингдек иқлим таъсирига чидамли нисбатан юпқа қатлами. Қоплама анча қиммат турадиган материаллардан ётқизилганлиги учун у рухсат этиладиган минимал қалинликда бўлади. Қоплама йўлнинг зарур фойдаланиш сифатларини таъминлайди (сиртнинг текислиги, шина билан илашиш коэффициенти катта). Қопламада унинг зарур сифатларини таъминлайдиган асосий қатламдан ташқари, заҳира (ейилиш) қатлами бўлади. Бу қатлам ҳисобий қалинликка кирмайди ва йўлдан фойдаланиш жараёнида вақт-вақти билан тиклаб турилади. Сув ўтказмаслик ҳоссалари ва ейилишга қаршилиги етарли бўлмаган қоплама устига юпқа ҳимоя қатлами ётқизилади (сиртига ишлов берилган қатламлар). Бу қатлам боғловчи органик материаллар қуйиб, бир хил майда чақиқ тошларни сепиб ҳосил қилинади. Қоплама сиртига ишлов бериш, шунингдек, фойдаланиш жараёнида силлиқ сиртларнинг ғадир-будирлигини ошириш учун қўлланилади;

асос -тўшаманинг тошлардан ёки боғловчи материаллар билан ишлов берилган грунтдан қурилган кўтариб турувчи мустаҳкам қисми. Асос босимни тўшаманинг пастда жойлашган қўшимча қатламларига ёки йўл пойи грунтига (тўшама грунтга) узатиш ва тақсимлаш учун

мўлжалланган. Шунинг учун асос яхлит,силжиш ва эгилишга қарши устивор бўлиши керак. Асосга автомобил ғилдираклари бевосита таъсир этмайди, об-ҳаво ёғинлари эса кам таъсир этади. Шунинг учун асосни қуришда қоплама ва ейилиш қатламидагига караганда мустаҳкамлиги камроқ материаллардан ҳам фойдаланиш мумкин. Асосни ётқизишда маҳаллий материаллар - саноатнинг мустаҳкам чиқиндилари, боғловчи материаллар билан ишлов берилган тошлардан фойдаланиш мумкин.

Асос битта ёки бир нечта қатламлардан иборат бўлиши мумкин. Кейинги ҳолда асоснинг юқориги қатламлари анча мустаҳкам материаллардан ётқизилади. Такомиллаштирилган қопламалар ётқизишда сиртқи нам таъсиридан ҳимояланган асос қишки музлаш даврида намнинг йўл пойида пастдан юқорига кўтарилиши натижасида намланиши мумкин. Шунинг учун намланишга чидамли материаллардан қурилади.

Асоснинг қўшимча қатламлари. Бу қатламлар иқлим ва грунт гидрологик шароитлари ноқулай жойларда қопламаларнинг асоси билан йўл пойи тўшама грунти орасида ётқизилади. Йўл пойи қишки нам тўплаш ва дўппайиш жараёнлари ривожланиши мумкин бўлган чангсимон қумоқ ёки лойли грунтилардан ётқизилган жойларда ғовак материаллар (қум, шағал ёки чақиқ тош)дан қўшимча қатлам ётқизилади, у зах қочирувчи, дўппайишга қарши, совуқдан ҳимояловчи қатлам деб аталади. Бундай қатлам йўл пойининг юқориги қатламларидан ортиқча сувни четлатиш, йўл қопламасини қуритиш, қопламанинг ортиқча дўппайишига йўл қўймаслик ва йўл пойи грунтининг мустаҳкамлигини ошириш учун мўлжалланган:

йўл пойи грунти (тўшама грунти, йўл пойининг «ишчи қатлами») -йўл пойининг яхшилаб шиббаланган ва текисланган юқориги қатлами бўлиб, унга йўл тўшамасининг қатламлари ётқизилади. Тўшама грунтга транспортнинг барча босими берилади, шунинг учун у йўл тўшамаси конструкциясида асосий элемент бўлиб ҳисобланади. Йўл тўшамасининг мустаҳкамлиги фақат бир жинсли, яхшилаб шиббаланган, дўппайиб чиқмайдиган йўл пойи бўлгандагина таъминланиши мумкин, бунда сувни четлатиш ҳам таъминланган

бўлиши керак. Йўл пойи грунтининг ташқи юкламаларга қаршилигини ошириш, уни қуритиш ва сув режимининг доимийлиги йўл тўшамасининг мустаҳкамлигини ошириш ва унинг нархини пасайтиришнинг ишончли усулларидир. Кучсиз чала шиббаланган ёки ўта намланган грунтли асосга ётқизиладиган тошли материаллар қатлами қалинлигини ҳар қандай ошириш йўл тўшамасининг мустаҳкамлигини ва текислигини таъминлай олмайди.

15.2. Йўл тўшамаларининг асосий турлари

Йўл тўшамаларининг фойдаланиш сифатлари - рухсат этиладиган тезлик ва ҳаракат қулайлиги - асосан қопламаларга боғлиқ. Қопламаларни қўйидаги асосий конструктив турларга ажратиш мумкин.

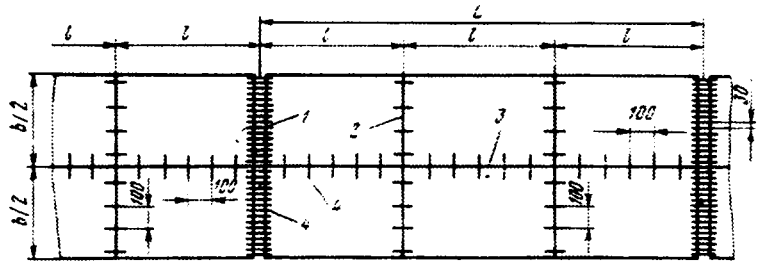
Асфальтбетон қопламалар - йўл қопламаларининг энг такомиллашган тури. Улар мустаҳкам асосга бир ёки икки қатламли қилиб ётқизилади. Бундан бир неча йиллар олдин қўлланилган кўп қатламли асфальтбетон қопламалар энди ётқизилмайдиган бўлди.

Асфальтбетон сунъий қурилиш материали бўлиб, йириклиги бўйича сараланган камғовак тош асосдан - чақиқ тош ёки шағалдан ва қумдан (булар ўзаро майин минерал кукуннинг битумли аралашмаси билан боғланган) ташкил топган аралашмани қиздирилган ҳолида шиббалаб олинади. Битум асфальтбетон аралашмасининг таркибига қараб 3.5 дан 9%гача миқдорда қўшилади. Асфальтбетонлар йирик донли (чақиқ тош фракциялари 40 мм гача), майда донли (20 мм гача) ва қумли (5 мм дан йирик бўлмаган зарралар) бўлади. Асфальтбетоннинг хоссалари ҳароратга боғлиқ.

Асфальтбетон ҳаракатланиш учун текис, қулай, ғилдираклар зарбини юмшатувчи сирт ҳосил қилади. Агар уни тайёрлаш учун жилоланмайдиган тоғ жинсларининг чақиқ тошларидан фойдаланилса, у ейилганида ҳам илашиш коэффициентларининг юқори қийматларини сақлаб қолади. Тош асоснинг таркибини тегишлича саралаш йўли билан ғадир-будурлиги оширилган йўл ҳосил қилувчи материал олиш мумкин.

Цементбетон қопламалар жуда монолит ва юкламаларга чидамли бўлади. Улар пландаги ўлчамлари 3....4 га 6....7 м, қалинлиги 18 дан 24 см гача бўлган плиталар тарзида қурилади. Плиталар бир-биридан чоклар билан ажралиб туради, бу чоклар ҳарорат ўзгарганида узунликнинг ўзгаришига йўл қўяди (15.3-расм).

Кенгайиш ва сиқилиш чоклари бўлади, кенгайиш чоклари плиталар узайганида қисқаради, сиқилиш чоклари эса плиталар қисқарганида кенгаяди. Плиталарнинг биргаликда илашишини таъминлаш ва уларнинг ўзаро вазиятини сақлаб қолиш учун чокларга пўлат чивиқ қўйилади, улар плитанинг узайишига имкон беради ва бир плитадан бошқасига вертикал юкламаларни ва қисман эгувчи моментларни узатади (15.4-расм).

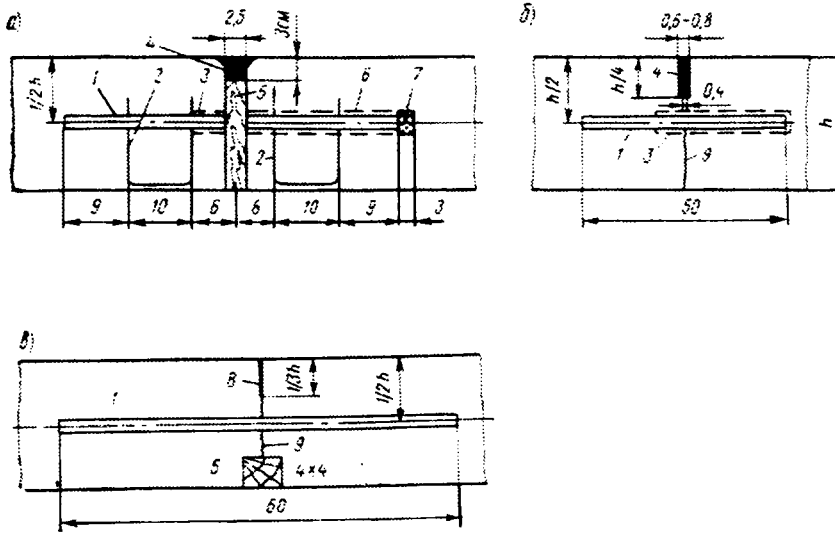


15.3-расм. Бетон қоплама чокларининг жойлашув схемаси:
1 - кенгайиш чоки; 2 - сиқилиш чоки; 3 - бўйлама чок; 4 - штирлар.

Цементбетон қопламаларнинг ҳоссалари асфальт-бетон қопламаларнинг ҳосслаларидан фарқли равишда ҳорорат ўзгарганида ўзгармайди, буларнинг мустаҳкамлиги ва бикирлиги иссиқ кунларда пасаяди. Бетон аралашмаси таркиби туғри танланганда ва қурилиш технологик қоидаларига риоя қилинганида цементбетон унча ейилмайди ва улар йўл қопламаларининг бошқа турларига қараганда анча узоққа чидайди.

Цементбетон қопламалар қурилиши тўла механизациялаштирилган. Замонавий юқори унумли ётқизғичлар бетон қопламаларни кунига 800....1000 м тезликда қуришга имкон беради. Бирок, бунда фойдаланишга қадар қопламаларнинг яхши сифатини таъминлаш

учун янги ётқизилган бетонга, у зарур мустаҳкамлигини олгунга қадар, узоқ вақт ва синчиклаб парвариш қилишни талаб этади.



15.4-расм. Бетон қопламалар чокларининг конструкцияси:
а - кўндаланг кенгайиш чоки; б - кўндаланг сиқилиш чоки; 1 - бўйлама чок; 2 - бетонлаш жойида штирларни маҳкамлаш учун ингичка арматурадан тайёрланган монтаж каркаси; 3 - битум суркаш; 4 - чокни изоляцияловчи материал билан тўлдириш; 5 - ёғоч қистирма; 6 - штирга кийғизиладиган узунлиги 6...8 см ли қалпоқча; 7 - қалпоқчадаги тирқишни киринди ёки намат билан тўлдириш; 8 - сунъий чок; 9 - кучсиз кесими бўйича плита узиладиган жой.

Бетон қопламаларнинг камчилиги уларда чоклар борлиги, улар орқали асосга сув киришининг олдини олиш қийинлигидир. Бир неча йил фойдаланилгандан кейин чок четлари синиб кетиши натижасида улар устидан юриб ўтилганда ғилдиракларнинг турткилари сезила бошлайди. Бетон қопламаларидан оғир автомобилларнинг интенсив ҳаракатида фойдаланиш шуни кўрсатдики, бетон плиталарнинг мустаҳкамлиги юқори бўлишига қарамасдан, уларнинг остида мустаҳкам асос бўлиши зарур экан.

Бетон бевосита грунтга ёки юпқа грунт қатламига ётқизилганда автомобиллар ўтганида эластик эгилувчи плиталар остидаги грунтда бўшлиқлар пайдо бўлади. Плиталарнинг грунт билан тегишиб туриши йўқолади, кейин эса уларда дарзлар пайдо бўлади. Шунинг учун ҳаракат интенсивлиги юқори бўлган йўлларда бетон қопламалар чақиқ тошдан ёки цемент ёҳуд битум билан маҳкамланган грунтдан иборат мустаҳкам асосларга ётқизилади. Цемент билан мустаҳкамланган асос устидан, ишқаланишни камайтириш учун «текисловчи қатлам» - боғловчи билан ишлов берилган юпқа қум қатлами (3....5 см) ётқизилади.

Айтиб ўтилган камчиликлар, шунингдек асфальтбетонга нисбатан цементбетон учун қўлланиладиган сифатли тош материаллар керак бўлганлигидан, кейинги 15-20 йил ичида бутун дунёда цементбетон қопламали йўллар узунлиги асфальтбетон қопламали йўлларга нисбатан камайди.

Йиғма бетон қопламалар қуришга бир неча бор уриниб кўрилди. Бетон плиталарни заводларда технологик қоидаларга ва бетонга қараб туриш режимларига катъий риоя қилинган ҳолда олдиндан тайёрлаб қўйиш мумкин. Қурилиш ишлари тайёрланган асосга қопламаларни ётқизишдан иборат бўлади ва бу ишларни бутун йил давомида бажариш мумкин. Плиталар ётқизилиб бўлгач, ҳаракатни дарҳол очиш мумкин. Бетон плиталар конструкциясида уларни қайта ётқизиш ва такрор фойдаланиш имкониятларини кўзда тутиш мумкин.

Йиғма бетон қопламаларнинг замонавий конструкциялари катта камчиликларга эга, булар улардан кейинги фойдаланишга тўсқинлик қилади. Йиғма қоплама плиталарини ётқизиш суръатлари паст. Йиғма плиталарнинг уланган жойлари кучлар ва моментларни плитадан плитага узатишни таъминламайди. Чоклар орқали суюқлашган қум ва тўшама грунт сиқиб чиқарилиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун плита остига геотекстил қатламни ётқизиш лозим бўлади. Юқори тезликларда ҳаракатланиш учун йиғма қопламанинг текислигини таъминлаш, сув киришининг олдини олиш учун уланган жойларни изоляциялаш ва фойдаланиш жараёнида плиталарнинг ўта

чўкишининг олдини олиш қийин. Плиталарнинг йўлларнинг эгри жойларига мосланган конструкцияси ва ётқизиш масалалари ҳал этилмаган, плиталарни ётқизишда ва ташишда уларнинг мустаҳкамлигини таъминлаш учун арматура кўп сарфланади. Шундай қилиб, илғор ғоя ҳали кенг миқёсда қурилишда қўлланиш даражасига етказилмаган ва тадқиқотчилар олдига катта вазифалар қўяди. Йиғма бетон плиталардан хозир фақат қурилиш майдонларидаги вақтинчалик келиш йўлларида, шунингдек, саноат ахамиятига эга бўлган йўлларда (тош материаллар бўлмаган жойларда) ишлатилмоқда. Бетон плиталар аввал бевосита йўл пойининг қумли грунтига ётқизилади, бир йилдан кейин кўтарманинг чўкиши тўхтагандан кейин эса улар остига цемент билан мустаҳкамланган асослар ётқизилиб, қайта ўрнатилади, арматуранинг чиқарилган халқалари пайвандланади.

Органик боғловчи материаллар билан ишлов берилган чақиқ тош ва шағалдан иборат қопламалар тош зарралари киритилган боғловчи модда билан мустаҳкам боғланганлиги туфайли автомобилларнинг емирувчи таъсирига яхши қаршилик кўрсатади. Бундай тўшамалар сувга чидамли бўлади.

Қопламаларнинг тузилишидаги фарқлар қурилиш жараёнида боғловчи моддаларни киритиш усулларига боғлиқ.

Йўлда (жойида) аралаштириш йўлга тўкилган чақиқ тош ёки шағал қатламини уларга гудронаторлардан суюқ битум, қатрон ёки эмульсия сепилганидан кейин грейдерлар билан аралаштиришдан иборат.

Шимдириш - тўлиқ шиббаланмаган бир ҳил йирикликдаги чақиқ тошлар қатламига эмульсия ёки қиздирилган қовушқоқ битумлар ва қатронларни қуйиб киритишдан иборат. Боғловчи модда 1м^2 юзага 1 см қоплама чуқурлигида тахминан 1 л битум ҳисобидан сарфланади. Битум тўкилма ичига кириб боргач қоплам сиртига майда чақиқ тошлар сепилади ва оғир ғалтаклар билан шиббаланади, ғалтаклар буларни йирик чақиқ тошлар орасидаги бўшлиқларга босиб киритади. Қопламаларнинг турғунлиги асосан шиббалаш вақтида чақиқ тошлар йирик тошлар орасига кириши билан таъминланади.

Бу турдаги қопламаларнинг камчилиги боғловчи материаллар кўп сарфланишидир.

Сиртқи ишлов бериш - 2...2,5л/м^2 миқдорда битум қуйиб, кейин жуда майда чақиқ тошлар сепиш ва шиббалаш усули билан йўл тўшамасининг сиртида ҳосил қилинадиган юпқа ҳимоя қаватидир. Қуйиладиган битум ва сепиладиган чақиқ тошлар миқдорига қараб якка ва қўш сиртқи ишлов бериш турлари бор. Сиртқи ишлов бериш қопламанинг ейилишига қаршилигини оширади ва уни сув ўтказмайдиган қилади, натижада йилнинг намгарчилик даврларида қуруқлигича қолади ва деформация модули катта бўлади. Одатда, йўл қопламаларининг қалинлигини ҳисоблашда сиртқи ишлов берилган қатлам мустаҳкамлик заҳирасида назарга олинмайди, чунки қаттиқ жинсли чақиқ тошдан фойдаланилганда илашиш коэффициенти ва ҳаракат хавфсизлиги анча ортади. Сиртқи ишлов бериш, одатда, ҳаракат хавфсизлигини ошириш тадбири сифатида бажарилади.

Чақиқ тошли қопламалар автомобиллар ўтганида ейилишга кам қаршилик кўрсатади, чунки пневматик шиналарнинг қоплама билан уринган қисмида ҳосил бўладиган уринма кучлар шиббалаш самарасини бузади. Шунинг учун ҳаракат интенсивлиги кам бўлгандагина чақиқ тошли қопламалар мустақил қоплама тарзида қўлланади.

Чақиқ тошли қоплама ва асослар тахминан бир ҳил ўлчамли чақиқ тошлардан ётқизилади. Чақиқ тошли қопламаларнинг мустаҳкамлиги ғалтак билан шиббалашда ҳосил қилинадиган тишлашиш туфайли таъминланади. Қопламалар ётқизишда йириклиги 50....75 мм ли чақиқ тошларнинг асосий қатлами ўзиюрар йўл ғалтаклари ёрдамида сув қуйиб шиббаланади, сўнг майдароқ (15....20 мм ли) чақиқ тошлар сепиб, йирик тошлар орасига шиббалаб киритилади. Қопламани ётқизиш охирида майда тошлар шиббалангандан кейин қолган анча майда бўшлиқлар (ғоваклар) 5....15 мм ўлчамли майда тошлар билан билан тўлатилади.

Табиий шағал ёки йириклиги бўйича сараланган сунъий шағал аралашмаларидан иборат қопламанинг мустахкамлиги аралашманинг мақбул таркибини танлаб таъминланади, бу аралашмада йирик

тошлар орасидаги бўшлиқлар анча майда тошлар билан тўлдирилган ва аралашманинг ғоваклиги минимал бўлади. Боғланиш шағалли аралашма таркибига кирувчи майда чанг ва лой даррачалари билан таъминланади. Йилнинг намгарчилик даврларида қопламанинг мустаҳкамлиги камаяди.

Шағалдан иборат асослар қуриш оддий бўлиб, уларнинг етарлича мустаҳкам ва турғун бўлиши учун улар таркибида майда аралашмалар ортиқча бўлмаслиги лозим. Майда аралашмалар қопламани намланиш даврида пластик қилиб қўяди. Мустаҳкамлиги кам маҳаллий материаллардан саноатнинг қўшимча маҳсулотлари (кучсиз оҳактошлар, домна ва ўтхона шлаклари, ботқоқ темир рудаси, куйдирилган ҳилланган сланецли жинслар) дан қопламалар қуриш шағалдан қуриш турига ўхшайди.

Тош йўллар - алоҳида, бир-бирига жипс қилиб ўрнатилган табиий ёки сунъий тошлардан қурилган қоплама ёки асос.

Чор қирра тош ёки клинкердан қуриладиган такомиллаштирилган тош йўллар сирти текислиги билан фарқ қилади. Синдирилган кўпол ёки қоя тошлардан қурилган тош йўллар баъзан II ва III тоифали йўлларда муваққат қоплама сифатида ёки анча такомиллашган қопламаларнинг асоси сифатида, паст тоифали йўлларда қопламаларнинг мустақил тури сифатида фойдаланилади.

Тош ётқизилган йўллар ва пакеляж асосларнинг энг катта камчилиги уларнинг қўлда ётқизилишидир, қимматга тушади ва замонавий тезкор механизациялаштирилган қурилиш талабларига жавоб бермайди. Шунинг учун тош йўллар қурилиши амалда тўхтатилган.

Мустаҳкамланган грунтдан қурилган қопламалар ва асослар тош материаллар йўқ худудларда кенг қўлланилади. Цемент билан ишлов берилган грунтлар намликка қарши мустаҳкам ва турғун бўлади, бу эса ундан йўл қопламаларининг конструктив қатламлари учун материал сифатида фойдаланишга имкон беради. Цемент-грунт асослар аллақачонлар кенг тарқалган. Тажриба тариқасида цемент-грунтдан қурилиб, сиртига ишлов берилган қопламалар жадаллиги кам йўлларда етарлича муваффақият билан ишламоқда.

Қум, шағал ва донли материаллар қўшиб яхшиланган маҳаллий грунтдан қурилган қопламалар паст тоифали йўл тармоқларида қўлланади. Лойли грунтларга қум-шағал киритилганда намгарчиликда қопламанинг ташқи юкламаларга қаршилиги ошади. Қумлоқ тупроқ ёки лой қўшиш йўли билан қумларнинг боғланишига эришилади.

Табиий грунт йўлларда йўл тўшамаси бўлмайди. Транспорт ўтганида йўл пойининг шиббаланаган сиртқи қатлами йўлнинг қатнов қисми учун материал бўлиб хизмат қилади. Боғланган грунтлар бўлганида бу йўллар фақат йилнинг қуруқ даврида унча катта бўлмаган жадал харакатни таъминлай олади. Грунтли йулларда жадал харакат чанг ҳосил бўлиши туфайли қийинлашади. Ёмғирли даврларда грунтли йўллар сирпанчиқ бўлиб қолади. Шиналарнинг йўл сирти билан илашуви кескин пасаяди ва автомобил ғилдираги шатаксирайди. Йўллар жуда намланганида чуқур ғилдирак излари қолади.

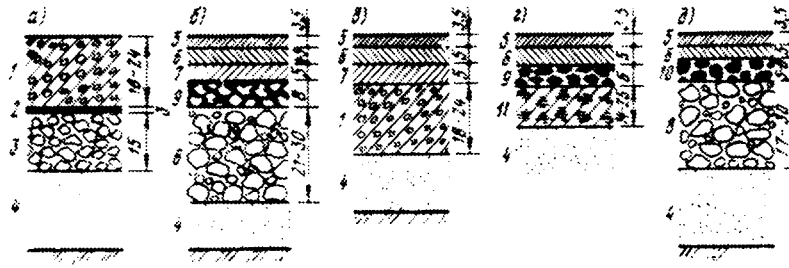
Ҳаракат қулайлигини таъминлашга қараб йўл тўшамалари такомиллашган (капитал ва енгиллаштирилган), ўтувчи ва паст турларга бўлинади. Йўл қопламасини у ёки бу классдаги қопламага киритишда уларда деформацияларнинг тўпланиш тезлиги ва автомобилларнинг таъминланадиган ҳаракат тезлиги ҳал қилувчи омил ҳисобланади. Йўл тўшамаларини ва қопламаларни таснифлаш, уларнинг қўлланиш сохалари ва суткасига юк автомобилларининг икки полосада жадал ҳаракатланиш чегаралари 15.1 - жадвалда келтирилган.

ҚМҚ 2.05.02-95 да йўл тўшамаси турлари, қопламанинг асосий турлари ва уларни қабул қилиш даражаси 15.2 - жадвалда келтирилган.

Йўл тўшамасининг баъзи кенг тарқалган турлари 15.5 - расмда кўрса-тилган.

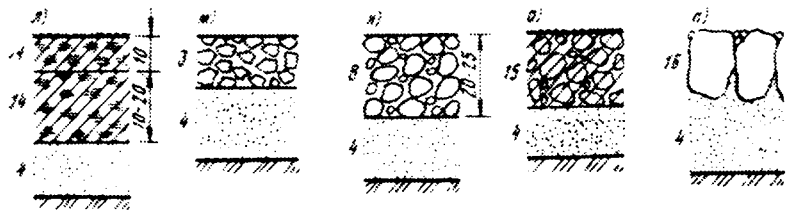
Капитал ва енгиллаштирилган турдаги қоплмлар мустаҳкам асосга ётқизилади.

Такомиллаштирилган капитал қопламалар

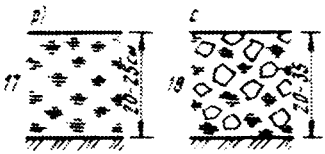


Такомиллаштирилган енгиллаштирилган қопламалар

Оралиқ турдаги қопламалар



Қуйи турдаги қопламалар



15.5-расм. Йўл тўшамаларининг конструкциялари:
а - тош асосдаги цементбетон қоплама; б - шағал асосдаги асфальтбетон қоплама; в - бетон асосдаги икки қатламли асфальтбетон қоплама (шахар кўчаларида қўлланилади); г - қурилмаларда органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош асосдаги ва битум еки цемент билан мустаҳкамланган грунт асосдаги асфальтбетон қоплама; д - шағал асосдаги асфальтбетон қоплама; е - чақиқ тош асосдаги, органик боғловчилар билан

ишлов берилган чақиқ тош қоплама; ж - цемент-грунт асосдаги, органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош қоплама; и - шағал асосдаги, органик боғловчилар билан ишлов берилган шағал аралашмали қоплама; к - 4% цемент билан мустаҳкамланган чақиқ тош асосдаги, 6% цемент билан мустаҳкамланган чақиқ тошли қоплама; л - ноорганик боғловчи материаллар билан ишлов берилган грунт қоплама; м - чақиқ тошли қоплама; н - шағалли қоплама; о - кам дозали органик боғловчилар билан ишлов берилган шағал қоплама; п - тош ётқизилган йўл; р - оптимал грунт аралашмали қоплама; с - чақиқ тош, шағал ёки шлак қўшиб мустаҳкамланган грунт қоплама; 1 - цемент-бетон; 2 - органик боғловчи материаллар билан ишлов берилган қум қатлами; 3 - чақиқ тош қатлами;4 - асоснинг қум, шағал ёки совуққа чидамли маҳаллий материаллардан иборат қўшимча (совуқдан ҳимоя қилувчи, зах қочирувчи) қатлам; 5 - майда донли ёки қумли асфальтбетон; 6 - йирик донли ғовакли асфальтбетон; 7 - шимдириш усулида органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош; 8 - шағал аралашмаси; 9 - қурилмада органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош; 10 - қурилмада органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош қўшилган шағал аралашмаси;; 11 - цемент-грунт; 12 - шимдириш усулида органик боғловчилар билан ишлов бериб, кейин сирт ишлови берилган чақиқ тошли қоплама; 13 - цемент қўшиб мустаҳкамланган чақиқ тош (юқори қатламга 6%, пасткисига 4%); 14 - органик ёки ноорганик боғловчилар қўшиб мус-таҳкамланган грунт; 15 - кам доза цемент билан мустаҳкамланган нокондицион тош материаллардан иборат шағал қоплама (қопламага қўш сирт ишлови берилган); 16 - тош йўл; 17 - қум-лой қўшиб мус-таҳкамланган грунт; 18 - шлак, чақиқ тош, шағал қўшиб мустаҳкамланган грунт.

Ўтувчи ва паст турдаги қопламалар бевосита грунтга ётқизилади, бундан чақиқ тошли қопламалар мустаснодир, уларнинг тагига боғловчи материаллар, шлаклар ва бошқа маҳаллий материаллар билан пухталанган грунт асослар қилинади.

ҚМҚ 2.05.02-95 да йўл тўшамаси турлари, қопламанинг асосий турлари ва уларни қабул қилиш доираси 15.2 жадвалда келтирилган.

15.1-жадвал

Тўшама турлари	Қопламаларнинг асосий турлари	Чегаравий ҳаракат жадаллиги, авт/сут	Қўлланиш сохаси (йўл тоифаси)
I	2	3	4
Такомиллаштирилган: капитал	Монолит цеменбетон	>3000	I...III, Ic
	I маркали асфальбетон аралашмалардан (қиздирилган ва иссиқ)		I, II, Ic
	II маркали асфальтбетон аралашмалардан (қиздирилган)		III, Ic
	Чорқирра тош ва мозаикали тош йўллар		Шаҳар кўчалари ва йўллари
Енгиллаштирилган	II маркали асфальтбетон аралашмалардан (иссиқ)	≤4000	III, IIc
	I маркали қатрон бетон аралашмалардан (қиздирилган)	<3000	III
	I маркали асфальтбетон аралашмаларидан (совуқ), I ва II маркали (қиздирилган) қатронбетон ва I маркали қатронбетон (совуқ майда донли) аралашмадан.		
	III маркали (иссиқ ва совуқ) ва II маркали (совуқ) асфальтбетон аралашмалардан, II маркали қатронбетон ва майда донли қум аралашмасидан.	<1500	IV
	Органик боғловчи моддалар билан ишлов берилган (ускунада ёки шимдириш йўли билан) тош материаллардан, поналаб ётқизилган қора чақиқ тошдан, ғовак асфальт-бетон аралашмалардан ёки сиртига қўш ишлов берилган	2000...3000	III, IV, IIc

	чақиқ тошдан.		
Ўтувчи	Поналаш усули билан ётқизилган чақиқ тошдан	300...500	IV,V, IIc, IIIc
	Боғловчи моддалар билан ишлов берилган грунтлар ёки мустаҳкамлиги кам тош материаллар	500	IIIc
Паст	Йирик тош ва синдирилган тош ётқизилган тош йўллар	500	IV, V, IIc, IIIc
	Чақиқ тош-шағал аралашмалари ва мустаҳкамлиги кам тош материаллар ва шлаклар.	100	V, IIIc
	Маҳаллий боғловчи материаллар билан пухталанган грунтлар	100	V, IIIc

15.2 жадвал

Йўл тўшамаси турлари	Қопламанинг асосий кўриниши	Йўл тоифаси	Бандларга мувофиқ қабул қилинади
Капитал	Цементбетонли қуйма	I-IV	7.8; 7.16; 7.33
	Темир бетонли ёки арамабетонли ва йиғма бетонли	I-IV	7.10; 7.14
	Асфальтбетонли	I-IV	7.34
Енгиллаштирилган	Асфальтбетонли	III, IV ва II даражали йўлни 2 босқичли қурилишининг 1 босқичида.	7.34
	Боғловчилар билан ишлов берилган шағал, чақиқ тош ва қумли	IV-V	7.34
Ўтувчи	Шағалли ва чақиқ тошли; боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош қўшилган шағал	IV-V III даражали йўлни 2 босқичли қурилишининг 1 босқичида	7.4; 7.45 7.37-7.39; 7.40
Энг паст	Қўшимчалар билан мустаҳкамланган ёки яхшиланган тупроқ	V и IV даражали йўлни 2 босқичли қурилишининг 1 босқичида	7.39 7.40

15.3. Йўл тўшамаларини лойиҳалашнинг умумий принциплари

Йўл тўшамаси автомобил йўлининг энг қиммат турадиган қисмидир. Уларни қуришга кетган сарф баъзан умумий қурилиш қийматининг 60% ига етади. Йўл тўшамалари транспорт оғирлиги ва табиий омилларнинг бевосита таъсирига учраб, йўлнинг бошқа иншоотларига қараганда, оғир шароитларда ишлайди. Шунинг учун йўл тўшамасининг конструкциясини белгилашга алоҳида эътибор билан қараб, мустаҳкамликни таъминлаш билан бирга қурилиш ҳаражатларини ва қўлланиладиган материаллар миқдорини камайтиришга интилиш зарур. Йўл узунлиги бўйича грунт-гидрологик шароитлар ўзгариб турганлигидан ва лойиҳа чизиғини ўтказишда ва йўл пойини лойиҳалашда бу ўзгаришларни тўлиқ бартараф этиб бўлмаганлигидан йўл тўшамаларининг вариантлари грунтлар, намланиш шароитлари, ҳаракат жадаллиги ва қурилиш материаллари билан таъминланиш шароити шунга ўхшаш участкаларга тадбиқан ишлаб чиқилади. Бунда йўл тўшамаларини лойиҳалашнинг энг мақбул усули йўлнинг бутун узунлиги давомида йўл пойининг тенг мустаҳкамлигини таъминлашдир, бу йўлнинг бутун узунлиги давомида тўшаманинг тошли қисмини бир ҳилда қуришга имкон беради.

Йўл тўшамаларини лойиҳалаш кетма-кет бажариладиган икки босқичдан: қоплама конструкциясини ясаш (конструкциялаш) ва ҳисоблаш босқичларидан иборат бўлиб, булар ўзаро боғланган ва бир-бирига қарама-қарши бўлмаслиги керак. Улардан бирини алмаштириш йўл тўшамасининг турғун, тежамли ва фойдаланишда қулай бўлишни кафолатламайди.

Барча йўл тўшамалари юкламалар таъсир этганида ишлашига қараб икки гуруҳга бўлинади: бикир ва нобикир.

Эгилишга қаршилиги кам тўшама нобикир деб аталади. Буларга цемент-бетон қопламалардан, шунингдек цемент-бетон асосга ётқизилган асфальт-бетон қопламалар ва тошли қопламалардан

ташқари амалда барча турдаги тўшамалар киради. Нобикир тўшамалар конструкция қатламларининг кўпчилиги чўзувчи кучланишларга кам қаршилик кўрсатади, баъзиларида эса бу қаршилик умуман йўқ. Бу қатламлар материалларининг эластиклик модуллари ҳарорат ва намликка боғлиқ. Бу қатламларнинг роли ғилдираклар босимини тўшама қатламнинг катта юзасига тақсимлаш ва тўшама грунтларга узатиладиган солиштирма юкламаларни камайтиришдир.

Бикир тўшамалар нисбатан катта эгилиш қаршилигига ва эластиклик модулларига эга бўлган битта ёки бир нечта қатламдан иборат, булар ҳарорат ва намлик ўзгарганида деярли ўзгармайди. Бикир тўшамалар эластик асосга ётқизилган плиталар каби ишлаб, ташқи юкламадан ҳосил бўладиган босимни нобикир тўшамалардагига қараганда анча катта грунт юзасига тақсимлайди.

Йўл тўшамаларини конструкциялаш қоплама турини белгилаш, унинг учун маҳаллий ресурсларга қараб ва ишларни ташкил этиш мулоҳазаларига асосан тўғри келадиган материаллар танлаш, алоҳида қатламларнинг ўлчамларини мақсадга мувофиқ белгилаш, уларни чуқурлик бўйича жойлаштиришдир. Айни шароитлар учун мақбул конструкцияни бирданига белгилаб бўлмаганлиги сабабли, одатда, йўл тўшамаларининг бир нечта варианти ишлаб чиқилиб, техник-иқтисодий таҳлил асосида улардан энг яхшиси танланади.

Йўл тўшамасини конструкциялаш - лойиҳалашнинг энг ижодий қисмидир. У конструктив қатламлар ва умуман йўл тўшамасининг кучланганлик ҳолати ва деформацияланиш механизми тўғрисидаги аниқ тасаввурларга, турли тўшамаларнинг турли иқлим шароитларида ишлашини ҳисобга олишга ҳамда уларга йўлдаги харакатнинг ва табиий омилларнинг таъсири тўғрисидаги аниқ тасаввурларга асосланиши керак. Материалларнинг мавжудлигини ва қурувчи ташкилотларнинг имкониятларини ҳисобга олган ҳолда тўшаманинг конструкциясини белгилаб олиб, олдин ўлчамлари фақат тўшаманинг мустаҳкамлиги билан белгиланиб қолмасдан, балки бошқа омиллар (сувнинг четлатилишини таъминлаш, дўппайиш ҳосил бўлишининг олдини олиш, ейилишга қаршилик ва б) билан

белгиланадиган қатламларнинг қалинлиги белгиланади ёки уларнинг қиммат туриши сабабли зарур минимал қалинлиги қабул қилинади. Бунда тўшаманинг умумий мустаҳкамлиги бироз арзон турадиган маҳаллий материалар ҳисобига таъминланадиган бўлсин.

Паст тоифали йўлларда тўшама конструкциясида ҳаракат жадаллиги орта бориши ёки ҳаракатдаги транспорт таркиби ўзгара бориши билан қатламларнинг устига бир мунча мустаҳкам материаллардан ётқизиб, уни аста-секин босқичма-босқич кучайтириш имконияти кўзда тутилиши зарур.

Йўл пойининг юқориги қатламларига тўшаманинг таркибий конструктив элементи каби қаралиб, унинг мустаҳкамлигига ва юкламаларга бир ҳил қаршилик кўрсатишига катта талаблар қўйилади. Бунда қатламларнинг сув режими бир ҳилда бўлишини таъминлаш ва уларни ўта намланишдан сақлаш тадбирлари кўзда тутилиши лозим.

Йўл тўшамасини ҳисоблаш бутун йўл тушамаси ҳамда унинг алоҳида қатламларининг зарур қалинлигини ва турғунлигини асослашдан иборат. Бундай ҳисоблаш тўшаманинг таққосланадиган барча вариантларининг тенг мустаҳкамлигини ва уларнинг берилган ҳаракат шароитларига мослигини таъминлашга қаратилган.

Йўл тўшамалари вариантларини белгилашда асосий тадбирлардан бири хар қайси конкрет ҳолда ҳаракат жадаллигини ва йўл қопламаларининг хизмат қилишига таъсир этувчи маҳаллий грунт, гидрологик ва иқлим шароитларини ҳисобга олишдир. Чунончи, масалан, органик боғловчи материаллар билан ишлов берилмаган чақиқ тошли ва шағалли қопламалар нам, мўътадил иқлимда яхши ишлайди ва жанубий қуруқ иқлимда нисбатан тез емирилади. Дўппайишга қарши қатлам қалинлигини аниқлаш музлаш чуқурлиги катта бўлган районларда йўл қопламасини ҳисоблашнинг асосий элементидир. Иқлим шароитлари йўл қопламаси турларини танлашга таъсир этади, шунингдек, органик боғловчи материаллардан фойдаланиб ишларни бажариш учун қурилиш мавсумининг давомийлиги чекланганлиги ҳам таъсир этади. Қурғоқчил районларда цемент-бетон қопламаларни қўллаш қурилишни сув билан

таъминлашдаги ва бетонни парваришлашни ташкил этишдаги қийинчиликлар туфайли мураккаблашади.

Йўл тўшамасининг конструкциясини танлашда асосий талаблардан бири - маҳаллий материаллардан кўпроқ фойдаланишдир. Маҳаллий материаллар - трасса ёнидаги карьерлардан олинган сараланган тош материаллар ва саноатнинг қўшимча маҳсулотлари (шлаклар, шахталарнинг кераксиз жинслари ва б.) дан унумли фойдаланиш йўли билан материалларни узоқдан ташиб келтиришни, йўл қурилиши қийматини камайтиришга имкон беради.

Маҳаллий тош материаллар бўлмаганида асосни боғловчи моддалар билан мустаҳкамланган грунтлардан ётқизиш керак. Кейинги ишларда қурилишда ТЭЦ (иссиқлик-электр марказ)ларнинг кули, цементлаш ҳоссасига эга бўлган металлургия шлаклари, конлар ва шахталарнинг уюмларидаги тошли жинслар, саноатнинг кўпгина қўшимча маҳсулотлари кенг қўлланилмоқда. Уюмлардаги бу материаллар бир жинсли бўлмаганидан уларни йўл қопламасига ётқизишдан аввал яхшилаб саралаш зарур. Кўпгина маҳаллий бўш тошли материалларнинг совуққа чидамлилигини ошириш учун кичик дозадаги цемент ёки органик боғловчилар билан олдиндан ишлов бериш зарур. Умуман олганда маҳаллий материаллар қанча кучсиз ва ҳар ҳил жинсли бўлса, йўл тўшамаларини конструкциялаш ва қуришга шунча катта эътибор бериш зарур.

Йўл тўшамаларини конструкциялашда уларнинг қурилиш технологик хусусиятларини ҳисобга олиш зарур, бунда энг кам моддий ресурсларни ва энергия сарфлашни талаб этадиган катта қўл меҳнати, кам ишлатиладиган конструкциялар варианти маъқул кўрилиши зарур. Қурилиши энг оддий, тайёрлаш ишларини корхоналарда индустрлаштиришга йўл қўядиган ва қурилиш ишлари тўлиқ механизациялаштириладиган конструкциялар афзалликларга эга бўлади.

Қурилиш жараёнида автомобилларни тўшаманинг шиббаланган қатламларидан ўтказиш имконияти катта ахамиятга эга. Йўл тўшамасининг конструктив қатламлари сонини заруратсиз

кўпайтирмаслик керак, акс ҳолда технологик жараён мураккаблашиб, қурилиш қимматлашади.

Йўл тўшамаларини конструкциялашда уларни кейинчалик ҳаракат жадаллиги ўса бориши билан кучайтириш кўзда тутилган бўлса, зарур мустаҳкамлик кейинчалик қопламанинг асоси бўлиб ҳизмат қилувчи қатламлар ҳисобига таъминланади. Аввал бу қатламларда юпқа қатламли қопламалар ёки талаб этилишига қараб тикланадиган оддий ейилиш қатламлари ётқизилади.

Йўл тўшамаси унга сув кириши ва тўпланишидан ҳимоя қилинган бўлиши керак. Алоҳида конструктив қатламларнинг сув киритувчанлиги пастга томон орта бориши керак, пастки ғовак қатламдан эса, агар йўл пойи сув ўтказмайдиган грунтлардан тўкилган бўлса, сувнинг четлатилишини таъминлаш зарур. Йўл пойида сувнинг кўтарилмаслиги учун йўл тўшамасининг пастини намлик манбалари сатҳидан баланд қилиш ёки сув ўтказмайдиган синтетик материал-геотекстилдан қатламча ётқизиш керак. Асосга ер сирти сувларини келишини камайтириш учун четки полоса, дрена қилинади ва йўл ёқаси мустахкамланади.

Йўл тўшамасининг конструкциясидаги материаллар чуқурлик ортган сари вақтинчалик юкламалардан ҳосил бўлган кучланишнинг сўнишига мос равишда мустаҳкамлиги камайиб бориши тартибида жойлаштирилади. Қоплама ёндош қатламларининг бикирлигини ва иссиқликдан кенгайиш коэффициентларини ҳисобга олиш зарур, чунки уларнинг фарқи катта бўлганида қопламада дарзлар пайдо бўлади.

Кучсиз боғланган материаллардан ётқизилган ёндош қатламларнинг эластиклик модуллари нисбати 5...6 дан ортмаслиги лозим. Ҳисобий юклама таъсирида қатламларнинг бирортасида пластик силжиш содир бўлмаслиги керак. Тўшамадаги силжитувчи кучланишлар чуқурлик ортиши билан камайиб бориши сабабли (15.1-расмга қ.) сиртдан узоқлашган сари мустаҳкамлиги ва боғланиши камроқ материалларни ётқизишни талаб қилади.

Асоснинг юқориги қатламлари уларда оғир автомобиллар таъсирида сиқилиш ва эгилиш кучланишлари ҳосил бўлганлиги

сабабли ҳарорат ва намликнинг ҳар қандай ўзгаришларида етарлича мастаҳкамликка эга бўладиган материалдан қурилади (йириклиги бўйича сараланган чақиқ тошли ёки чақиқ тош-шағалнинг битум ёки қатрон билан ишлов берилган аралашмалари; цемент билан мустаҳкамланган чақиқ тош ёки шағал). Асосларнинг пастки қатламларида иложи борича кўпроқ маҳаллий тош материаллардан фойдаланиш зарур, улар заруратга қараб сараланади, майдаланади ва боғловчиларнинг кичик дозаси билан мустаҳкамланади, шунингдек, мустаҳкамланган грунтлардан фойдаланилади.

Узоқдан ташиб келтириладиган тошли материаллар улардан монолит ва пухта қатламлар ҳосил қилишга имкон берадиган минимал қалинликда қатламлар тарзида ётқизилади. Йўл тўшамасининг алоҳида қатламлари уларнинг конструктив мустаҳкамлиги ва бир жинслилиги таъминланадиган минимал қалинликдан юпқа бўлмаслиги керак. Чунончи, масалан, асфальтбетон учун қопламанинг минимал қалинлиги қумли ва совуқ аралашмали бўлганда 3 см, йирик донли аралашмалар учун эса 6...7 см ни ташкил этади. Боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тошли ва шағал маттериаллар учун 8 см га тенг, ишлов берилмаган худди шу материаллар учун мустаҳкам (тош ёки мустаҳкамланган грунтдан) асосга ётқизилганда 8 см ва қум асосга ётқизилганда 15 см бўлиши керак.

15.3 ва 15.6 - жадвалларда кўриниб турибдики, бир ҳил ҳаракат жадаллигида турли йўл тўшамалари қўлланилиши мумкин. Лойиҳани ишлаб чиқишда йўл тўшамасининг бир нечта вариантларидан энг мақсадга мувофиғи танлаб олинади. Бунда автомобил ҳаракати талаблари, табиий шароитлар, маҳаллий қурилиш материаллари мавжудлиги, қурилиш ишларини ташкил этиш қулайлиги, кейинги фойдаланиш харажатлари ва бошқалар ҳисобга олинади. Вариантлар тенг мустаҳкам конструкциялар учун таққосланади, уларнинг ўлчамлари олдиндан ҳисоблаб асосланиши зарур.

Вариантларни таққослашнинг ҳозирги вақтда қабул қилинган усулиятига мувофиқ (2-қисм, 24-бобга қ.) йўл тўшамасининг қурилиш харажатларини қоплашнинг берилган муддати давомида 1

т.км юк ташишга нисбатан ҳисобланган жами транспорт ҳаражатларининг - ва йўлларни қуриш ҳамда ундан фойдаланиш харажатларининг ташиш таннархининг автомобил ва йўл бўйича ташкил этувчиларининг энг кам бўлишини таъминлайдиган тури энг фойдали бўлади. Автомобил бўйича юк ташиш таннархининг ташкил этувчиси бўлиб ёнилғи, мойлаш материаллари ва шиналар учун қилинган харажатлар, ҳайдовчиларнинг маошлари, автомобилларни таъмирлаш ва хизмат кўрсатиш харажатлари, шунингдек, автомобилларнинг амортизация қийматларидан ташкил топади. Бу харажатларнинг катта қисми қопламанинг тури ва ҳолатига боғлиқ (15.3-жадвалга қ).

15.3-жадвал

Қопламалар ёки йўл шароитлари	Ҳаракатга қаршилик коэффишиенти	Нисбий транспорт - фойдаланиш тавсифлари				
		Техник тез-лик	Ёнилғи сарфи	Шиналар ейилиши	Таъмирлаш ораларида ўтилган йўл	Жами фойдаланиш харажатлари
1	2	3	4	5	6	7
Асфальт-бетон	0,015	1	1	1	1	1
Цемент-бетон	0,015	1	1,02	1,35	1	1
Органик боғловчлар билан ишлов берилган чақиқ тошли	0,025	0,95	1,05	1,25	0,9	1,30
1	2	3	4	5	6	7
Чақиқ тошли	0,035	0,75	1,11	1,30	0,8	1,45
Шағалли	0,35	0,80	1,12	1,40	0,90	1,60
Йирик тош ётқизилган йўллар	0,05	0,60	1,20	-	0,75	1,80
Қуруқ об-ҳаво шароитида профилланган грунтли йўл	0,05-0,06	0,65	1,03	0,70	0,60	2,00
Дала грунтли йўллари	0,07	0,40	1,61	1,60	0,50	-

Транспорт ҳаражатларининг йўл бўйича ташкил этувчиси ташкилотларнинг йўл қурилиши, унинг капитал ва жорий

таъмирланиши ҳамда йўлларга қараб туришга қилган ҳаражатларининг 1 т.км га нисбатан ҳисобланган ҳаражатларидан ташкил топади. Одатда, ташишларнинг йўл бўйича ташкил этувчиси ташишлар тўлиқ таннархининг 10...15% идан ошмайди.

15-4 жадвал

II йўл иқлим зонасидаги кичик зоналар	Намлик даражаси бўйича жой тури	Намликнинг ўртача қиймати, Wт нинг улушларида, қўйидаги грунтлар учун			
		Енгил қумлоқ тупроқлар	Чангмисон қумлар	Енгил қумоқ ва оғир гиллар	Чангсимон қумлоқ, оғир қумлоқ ва қумлоқ тупроқлар
1	2	3	4	5	6
II_1	1	0,60	0,62	0,65	0,70
	2	0,63	0,65	0,68	0,73
	3	0,65	0,67	0,70	0,75
II_2	1	0,57	0,59	0,62	0,67
	2	0,60	0,62	0,65	0,70
	3	0,62	0,64	0,67	0,72
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,64
	2-3	0,57	0,58	0,60	0,64

Эслатма: $W_т$ - оқувчанлик чегарасидаги намлик.

15.4. Грунтлар ва йўл тўшамаси конструктив қатламлари материалларининг мустаҳкамлик тавсифлари

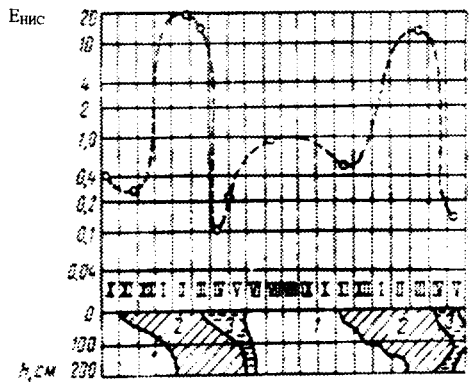
Йўл тўшамасининг конструктив қатламларида ишлатиладиган материалларни ва тўшама грунтни тавсифловчи параметрларнинг тўғри қийматларидан фойдаланилганидагина йўл тўшамасининг қалинлигини ҳисоблашда ишончли натижалар олиш мумкин. Янги йўлларни лойиҳалашда, одатда, грунтлар ва йўл тўшамаси конструктив қатламлари материаллари эластиклик модулларининг меъёрий ҳужжатларда келтирилган ҳисобий қийматларидан фойдаланилади. Йўлларни қайта қуриш лойиҳаларини ишлаб

чиқишда, емирилган мавжуд йўл тўшамасини кучайтириш масаласи юзага келганда унинг эластиклик модули тажриба йўли билан топилади. Бунинг учун ейилган йўл қопламасининг оғир юк автомобилининг ғилдираги остида эгилиши ўлчанади ва у бўйича тескари қайта ҳисоблаш деб юритиладиган усул бўйича модуллар ҳисоблаб топилади. Бунда ўлчанган эгилишлар бўйича йўл қопламаларини ҳисоблаш формулалардан фойдаланилади (2-қисм, 27.8-п.га қ.). Бу усул, шунингдек, грунтларнинг ҳисобий параметрларини меъёрлаш учун зарур бўлган маълумотларни тўплашда ҳам қўлланилади.

Грунтлар учун босим билан деформация ўртасида тўғри мутаносиблик бўлмаганлиги сабабли эластиклик модули штампнинг грунтга ботиб кириш чуқурлиги бўйича ўзгаради. Кичик деформацияларга модулларнинг бир қанча катта қийматлари мос келади.

Йўл қопламасининг ҳар қайси тури учун эгилишнинг ўз критик қиймати бор. Бикир тўшамалар учун у нобикир тўшамалардагига қараганда 3...4 марта кам. Шунинг учун, қатъи қилиб айтганда, ҳар қайси турдаги тўшаманинг ишлаш шароитларига тўшама грунт эластиклик модулининг индивидуал қийматлари мос келади. Грунтнинг эластиклик модули жуда кичик деформацияларда энг кўп ўзгаради, бу монолит цемент-бетон қопламаларнинг эгилиши учун хосдир. Эгилишга кам қаршилик кўрсатувчи нобикир йўл тўшамаларининг емирувчи эгилишларга сабаб бўладиган катта деформацияларида эластиклик модули жуда кам ўзгаради. Ишончлилик заҳирасига ҳисоблашда ҳам бикир, ҳам нобикир йўл тўшамаларининг ҳамма турлари учун эластиклик модулининг бир ҳил қийматлари қабул қилинади.

Йўл пойининг сув-иссиқлик режими йил давомида ўзгариб туради. Шунга мос равишда йил давомида асос грунтининг эластиклик модули ва деформацияси ҳам ўзгариб туради (15.6-расм). Йўл тўшамасининг асосидаги грунтнинг ўта намланиш эҳтимоли қанча кам бўлса, уларнинг ҳисобий қийматлари шунча юқори қилиб қабул қилинади.



15.6-расм. Йил давомида грунт эластиклик модулининг ўзгариши:
1 - эриган грунт; 2 - музлаган грунт; 3 - бахорги эриш вақтида ўта намланган грунт; $E_{нис}$ - эластиклик модулининг нисбий қиймат-лари; h - чуқурлик.

Баҳорги ўта намланишда айниқса эластиклик модулининг қиймати жуда пасаяди. Бу даврга нобикир тўшамаларни ҳисоблаш бўйича йўриқномаларда келтириладиган эластиклик модулининг қийматлари туғри келади. Йилнинг қуруқ вақтида, шунингдек, қишда грунт музлаган ҳолатида бўлганида, грунтнинг модули жадвалдаги қийматлардан юқори бўлади., буни йўлдан йил мавсумларига қараб оғир юкларни ўтказиш имкониятини баҳолашда ҳисобга олиш зарур. Автомобил йўлларининг йўл пойи сув-иссиқлик режимини ўрганишда жойнинг намланиш шароитлари бўйича турли характерли турлари учун йўл қопламаси остидаги йўл пойи юқориги қатламларининг ўзига хос намланиши аниқланган. Мисол тариқасида 15.4-жадвалда II ва IV йўл-иқлим зоналари грунтларининг намлиги келтирилган.

Йўл тўшамасининг конструкциясига гидроизоляцияловчи қатламларнинг, совуқдан ҳимоялаш қатламларининг киритилиши, йўл четида зовурлар қазиш, йўл четларини мустаҳкамлаш тўшама грунтнинг сув режимини яхшилайди. Бундай ҳолларда йўл тўшамаларини ҳисоблашда грунтнинг юқорида келтирилган ўртача намлиги 0,03...0,05 га камайтирилади.

15.5 - жадвалда энг турғун грунт (қумлоқ тупроқ)нинг ва йўл пойи энг ноқулай кўпчийдиган грунтларининг ҳисобий кўрсаткичлари келтирилган.

Йўл тўшамалари конструктив қатламлари материалларининг эластиклик модуллари уларни ташкил этувчи тошли материалларнинг мустаҳкамлигига, киритиладиган боғловчининг миқдорига ва қуриш усулига боғлиқ.

Органик боғловчи моддалар қўшилган материаллар учун эластиклик модули ва илашиш улар иссиқ кунларда қизий оладиган ҳароратга ва, бундан ташқари, бошқа ҳамма анизатроп материаллар сингари, улар дучор бўлган деформация турига ва унинг давомийлигига боғлиқ. Юкламалар йўлнинг қатнов қисмига 0,1 с, тўхташ жойларида эса 10 мин давомида таъсир этади, деб ҳисобланади. Шу сабабдан асфальт-бетон учун қопламани умумий эгилишга ва чўзилишга ҳисоблашда эластиклик модулларининг турли қийматларидан фойдаланилади.

Конструктив қатламлар материалларининг ҳисобий кўрсаткичларининг ўртача қийматлари 15.6-жадвалда келтирилган.

Тўғри лойиҳаланган йўл тўшамаси капитал таъмирлашлар ўртасидаги ҳисобий муддат давомида ҳисобий юкламаларнинг ўтказилишини ва интенсивликни таъминлаши зарур. Бироқ, йўл пойини ва йўл тўшамаларини қуриш жараёнида грунтнинг шиббаланиш даражасига ва асфальт-бетоннинг мустаҳкамлигига қўйиладиган меъёрий талаблардан шунингдек, қурилиш ҳудудларининг иқлими ўртача шароитларидан бироз четга чиқиш мукаррардир. Бу омиллар биргаликда ноқулай таъсир этганида айрим даврларда йўл тўшамасининг мустаҳкамлиги ҳаракат ва юклама шароитлари бўйича талаб этиладиган мустаҳкамликдан кам бўлиши мумкин.

Шунинг учун ишончлилик заҳирасини оширишга қаратилган ҳисоблашларда грунтларнинг ҳисобий намлиги ва асфальт бетоннинг эластиклик модули (об-ҳаво таъсирига чидамсиз кўрсаткичлари қийматларига "лойиҳавий ишончлилик даражаси"ни таъминловчи коэффициентлар киритилади. Йўл тўшамасининг энг кўп кучсизланиши мумкин бўлган даврдаги мустаҳкамлигининг ҳисобий мустаҳкамлигига нисбати ана шу коэффициентини ифодалайди.

15.5-жадвал

Грунт	Белгиси ва ўлчам-лилигилиг	Грунтларнинг намлиги Wt нинг қўйидаги улушларида бўлганда характеристикаларнинг ҳисобий қийматлари									
		0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
Енгил қумлоқ	E,МПа	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
	φ, град	37	36	36	36	35	35	34	34	33	33
	C,МПа	0,015	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007
Чангсимон қумлоқ, оғир чангсимон қумлоқ,чангсимон енгил қумоқ тупроқ.	E,МПа	108	90	72	54	46	38	32	32	26	25
	φ, град	32	27	24	21	18	15	13	11	10	9
	C,МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,08	0,05	0,04

Эслатма: Йирик донли грунтларнинг эластиклик модуллари ва ички ишқаланиш бурчакларининг қийматлари намликка боғлиқ эмас ва йирик қум учун 130 МПа ва 42^0ни, ўртача йирикликдаги қум учун 120 МПа ва 40^0ни, майда қум учун 100 МПа ва 38^0ни ва майда чангсимон қум учун 75 МПа ва 33^0ни ташкил этади. Енгил қумлоқ тупроқнинг эластиклик модули 65 МПа ва ички ишқаланиш бурчаги 40^0. Айтиб ўтилган грунтларнинг илашуви 0,005 МПа га тенг.

Грунтлар ва қопламалар кўрсаткичларининг ҳисобий қийматлари қўйидагича қабул қилинади:

Намлиги ва мустаҳкамлиги

$$W_p=W(1+t\nu_w)$$

асфальтбетон ёки қатронбетоннинг эгилишда чўзилишига ўртача қаршилиги:

$$R_p=R(1-t\ \nu_R)K_yK_m$$

Бу ерда W ва R - 15.4. ва 15.6-жадвалларда келтирилган кўрсаткичларнинг ўртача қийматлари; ν_w, ν_R - кўрсаткичларнинг вариация коэффициентлари 0,1 га тенг қилиб олинади; K_m- табиий омилларнинг таъсирида асфальт-бетон мустаҳкамлигининг камайиш

коэффициенти; бетон маркаси ва қурилиш районига қараб зич бетонлар учун 0,8...1 ва шағал ва чақиқ тошли бетонлар учун 0,7...0,9 га тенг қилиб олинади; қатрон-бетонлар учун K_m=0,7; K_y - толиқиш коэффициенти; ҳаракат жадаллиги ва асфальт-бетон турига боғлиқ бўлиб 0,8...0,9 дан 1,8...2,4 гача ўзгаради. 1000 авт/сут интенсивлик учун K_y=1; t - лойиҳавий ишончлилик $K_н$ нинг берилган даражасига қараб қабул қилинадиган меъёрий четга чиқиш коэффициенти:

$K_н$.....	0,60	0,85	0,9	0,95
t.....	0,26	1,06	1,32	1,71

Ишончлилик даражаси йўл тоифаси, тўшама ва қопламанинг турига қараб 15.6-жадвалдан қабул қилинади.

15.6-жадвал

Конструктив қатлам материали	Эластиклик модули, Мпа	Эгилишдаги чўзилишга ўртача қаршилик,МПА
1	2	3
Зич асфальт-бетон	а)200...400 б)300...4400 в)1500...6000	- - 1,6...3,2
Ускуналарда битум билан ишлов берилган, йирик тошлар орасига зичлаб киритиш усулида ётқизилган чақиқ тош	600...900	-
Шимдириш усули билан қурилган чақиқ тошли қатлам	400...600	-
Зичлаб киритиш усулида ётқизилган чақиқ тош	250...450	-
Тош ётқизилган йўллар, пакелляж	400...500	-
Йирик синиқ тошли грунтлар ва оптимал таркибли, қовушқоқ битум билан маҳкамланадиган шағалли аралашмалар	250...350	0,35...0,30
Шунинг ўзи, цемент билан маҳкамланган	250...700	0,18...0,40
Саноатнинг иккиламчи (чиқинди) маҳсулотлари, цемент билан маҳкамланган	180...600	0,09-0,30
Оғир ва чангсимон қумлоқлар, минерал боғловчилар билан маҳкамланган енгил қумлоқ тупроқ	120-500	0,07...0,22

1	2	3
Суюқ битум билан маҳкамланган грунт:		
Ночангсимон қумлоқ тупроқлар	150...200	0,02...0,035
Чангсимон қумлоқ, қумлоқ тупроқлар	80...150	0,02...0,035
Чиқинди кул билан мустаҳкамланган грунт	200	0,4

Эслатма: 1. Зич асфальтбетон учун эластиклик модули қўйидагича кўрсатилган: а- қопламаларнинг турли ҳароратларида қисқа муддатли юкламаларда қолмагани умумий эгилишга ва силжишга ҳисоблашда; б- юклама узоқ муддат статик таъсир этганида (туриш жойларида); в- эгилишга ҳисоблашда.

2. Суюқ битум билан мустаҳкамланган грунтлар учун ички ишқаланиш бурчаклари қўйидагича: ночангсимон қумлоқ тупроқлар учун 25..35^0; чангсимон қумлоқ ва қумоқ тупроқлар учун 15...25^0.

15.7-жадвал

Йўл тўшамаси ва қопламанинг тури	Йўл тоифаси	$K_н$
Такомиллаштирилган турдаги қоплама	I, II	0,95
Такомиллаштирилган енгиллаштирилган турдаги ққоплама	III, IV	0,85
Ўтувчи турдаги қоплама	IV, V	0,60

16 - БОБ

НОБИКИР ЙЎЛ ТЎШАМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

16.1. Йўл тўшамасига тушадиган юклама

Автомобил ғилдиракларидан йўл тўшамасига тушадиган босим асосий юклама бўлиб, йўл тўшамаларини ҳисоблашда ана шундан келиб чиқилади.

Замонавий автомобиллар ички ҳавонинг босими 0,15 дан 0,7 МПа гача бўлган пневматик шиналарга эга. Ҳаво босими 0,175 дан 0,55 МПа гача бўлган паст босим шиналари ва ҳаво босими 0,5...0,7 МПа бўлган юқори босим шиналари бўлади.

Ғилдираклардан тушадиган юклама йўл сиртига қўйидаги юза орқали берилади

$$\omega = \frac{G_F}{K_\delta p_o}, \qquad (16.1)$$

бу ерда $G_г$ - ғилдиракдан қопламга тушадиган статик юклама, Н; p_o - шинадаги ҳаво босими, Па; K_δ - шина ён деворларининг бикирлиги таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, ўртача 1,1 га тенг.

Ҳаракатланишда ғилдиракнинг қопламага босими бир қанча омиллар таъсирида ортади: шиналарнинг қизиши ва унда ички ҳаво босимининг ортиши; покришкани чўзувчи марказдан қочма кучлар таъсирида шина бикирлигининг ортиши; шинанинг ҳар бир қисмининг қоплама билан уриниш вақтининг қисқалиги натижасида шина ҳақиқатда таъсир этувчи юкламанинг статик қўйилишига мос келадиган ўлчамгача сиқилишга улгурмайди, яъни гуё анча бикирроқ бўлиб қолади.

Бундан ташкари, йўл сирти ҳаммавақт ҳар хил узунликдаги тўлқинлар тарзидаги (1 дан 20 м гача ва ундан ортиқ) нотекисликларга эга бўлади, булар устидан автомобил ҳаракатланаётганда тебранади. Ғилдиракларнинг қопламага босими ўртача босимга нисбатан гоҳ камайиб, гоҳ ортади.

Йўлда ҳаракатланишда автомобил осмаларининг тебранишларини тадқиқ этиш (йўлдаги нотекисликлар тасодифий функцияларнинг математик назарияси қонуниятлари билан тавсифланади) йўл ва автомобилларнинг ўзаро таъсирлашувини аниқлаш имконини беради.

Назарий таҳлил ва тажриба натижалари шундай ҳулосага олиб келдики, 80 км/соат гача бўлган тезликда қопламага тушадиган босим тахминан тезликка нисбатан тўғри мутаносибликда ортади, кейин амалда ўзгармас бўлиб қолади.

Грунтларнинг ва баъзи конструктив қатламлар материалларининг қовушоқлиги намоён бўлиши натижасида йўл тўшамаларнинг деформацияланиши секин кечади. Йўл тўшамасининг қўйилган юкламага мос келадиган тўлиқ эгилиши бир неча минут ўтгандан кейин содир бўлади. Ғилдираётган ғилдиракнинг йўлга қисқа муддатли таъсирида деформациянинг ва инерцион қаршиликнинг секин содир бўлиши туфайли йўл тўшамаси тенг юклама статик қўйилгандагига қараганда кам эгилади. Шунинг учун бу ҳолда грунтли асос учун динамик коэффициент бирдан кичик деб ҳисоблаш мумкин.

Сирт нотекис бўлганида грунт учун динамик коэффициент 1 дан ортик бўлади, бироқ ғилдиракнинг йўл сиртига бевосита зарбий таъсири бўйича ўлчанган коэффициентдан кам бўлади. Қоплама қанча нотекис бўлса, динамик коэффициент шунча юқори бўлади. Йўл тўшамаларини ҳисоблашда динамик коэффициент 1,3 га тенг қилиб олинади. Ҳамдўстлик мамлакатларида йўлнинг шаҳардан ташқари жойларида йўл тўшамалари учун ҳисобий юклама сифатида автомобилнинг ўқларидан бериладиган юкламалар 60 ва 100 кН (6 ва 10 тк) қилиб қабул қилинади. Кўпгина ҳорижий мамлакатларда ўқдан бериладиган юклама 100 ва 130 кН қабул қилинган.

Ҳисобий юкламалар тўғрисидаги маълумотлар 16.1-жадвалда берилган.

А гуруҳидаги автомобиллардан тушадиган юкламалардан I...III, Iс ва IIс тоифали йўллар тўшамасини ҳисоблашда фойдаланилади. Янгидан қурилаётган IV тоифали йўллар тўшамасини шу юкламага

ҳисоблаш аста-секин жорий этилмоқда. Кейинчалик IV тоифали йўлларда капитал таъмирлаш жараёнида тўшамалар 100 кН юкламага мослаб кучайтирилади. V тоифали йўллар, агар улардан катта автомобилларнинг ўтиши кўзда тутилмаса, 60 кН ўқ юкламасига ҳисобланади.

16.1-жадвал

Транспорт	Ўққа тушадиган энг кам статик юклама, кН	Ғилдиракдан тушадиган меъёрланадиган юклама, кН		Ўртача босим, МПа	Ғилдиракнинг ҳисобий диаметри, см	
		Қўзғалмай турганида	Ҳаракатланганида		Қўзғалмай турганида	Ҳаракатланганида
Автомобиллар:						
А гуруҳ	100	50	65	0,6	33	37
Б гуруҳ	60	30	39	0,5	28	32
Автобуслар:						
А гуруҳ	110	55	72	0,6	34	39
Б гуруҳ	70	35	46	0,5	30	34

16.2-жадвал

Автомобил ёки тиркаманинг маркаси	Юк кўтарувчанлиги, т	Кейинги ғилдиракдан тушадиган статик юклама, кН	Ҳисобий юкламаларга келтириш коэффициенти	
			А гуруҳ	Б гуруҳ
1	2	3	4	5
ГАЗ-53А	4,0	28,0	0,08	0,74
ЗИЛ-130	5,0	34,8	0,20	1,94
МАЗ-500А	8,0	80,0	1,04	-

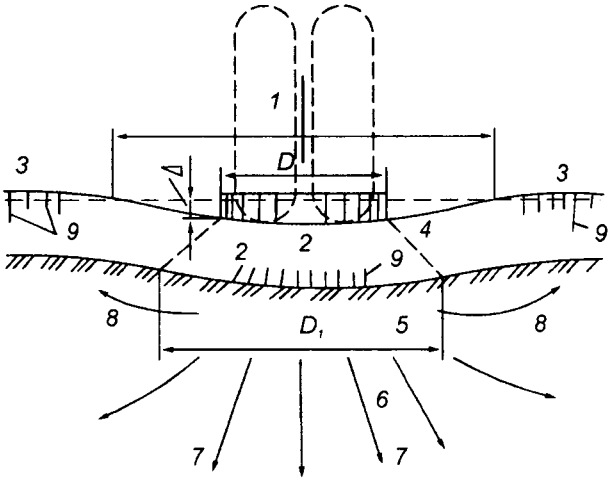
1	2	3	4	5
КамАЗ	8,0	27,3	0,27	2,25
ЛиАЗ-677	-	41,6	0,58	-
Икарус-250	-	47,9	0,91	-
Краз-258б1	12,0	43,7	2,34	-
МАЗ-89-26	8,0	30,0	0,21	2,0

16.3-жадвал

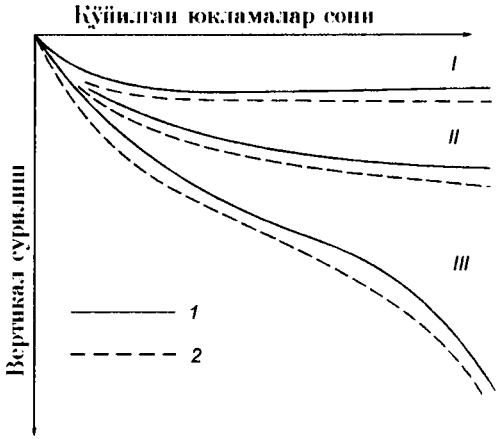
Йўл тоифаси	Бир полосадаги келтирилган ҳисобий ҳаракат жадаллиги, бир./сут		Кўйидаги қопламалар учун минимал эластиклик модули, Мпа		
	А гуруҳ	Б гуруҳ	капитал	такомил-лаштирил-ган енгил	ўтувчи
1	2	3	4	5	6
I	500	-	230	-	-
II	250	-	220	180	2
III	70	-	180	160	-
IV	-	70	-	125	65
V	-	50	-	100	50

16.2. Нобикир йўл тўшамаларининг мустаҳкамлиги

Нобикир йўл тўшамаларининг деформацияланиши бир вақтда ёки олдинма-кетин содир бўладиган бир қанча жараёнлар таъсири натижасидир. (16.1 - расм):



16.1-расм. Автомобил ғилдираги остида эгилиш косаси ҳосил бўлиши ва нобикир йўл тўшамаларининг емирилиш схемаси:
1 - эгилиш косаси; 2 - тўшаманинг сиқилиш узунлиги; 3 - чўзилиш зонаси; 4 - қопламанинг кесилиш сирти; 5 - грунтга босимнинг узатилиш юзаси; 6 - асосдаги грунтнинг зичланиши; 7 - грунтнинг сиқилиш йўналиши; 8 - грунтнинг қавариб чиқиши; 9 - қопламадаги дарзлар; Δ - йўл қопламасининг чўкиши.



16.2-расм. Кўп марталаб юкланишда йўл қопламалари деформацияларининг тўпланиш қонунияти:
1 - қолдик деформациялар;
2- тўла деформация.

йўл тўшамасининг грунтли асоси фаол зона чегарасида юклама таъсирида сиқилади, бунинг натижасида йўл тўшамаси бирор эгри чизиқли сирт бўйича эгилиб, Δ чуқурликдаги эгилиш косачаси ҳосил бўлади. Йўл тўшамаси қанча қалин ва бикир бўлса, ташқи юклама босими шунча катта юзага тақсимланади, бинобарин, грунтга бериладиган кучланиш шунча кам бўлади;

юклама таъсирида йўл тўшамасининг материали сиқилади, эгилган конструктив қатламларнинг пастки қисмида эса чўзилиш юз беради. Чўзувчи кучланишлар материалнинг мустаҳкамлик чегарасидан ортиб кетганида қопламада ёки асосда дарзлар пайдо бўлади. Юкламанинг қоплама билан уриниш қисмида кесувчи кучланишлар таъсир қилади, бу кучланишлар катта юкламаларда йўл тўшамасининг синишини, баъзан эса унинг юклама остида турган қисмларининг пастга қараб кенгайиб борадиган кесик конус кўринишида синиб тушишини юзага келтиради;

боғланмаган ва кам боғланган (шағал, қум, чақиқ тош) материаллардан қурилган асосларда ва тўшама грунтда уринма кучланишлар силжишга қаршиликдан ортиб кетганида пластик оқиш зоналари пайдо бўлиши мумкин, бунда ўта кучланган зонадаги грунт сиқиб чиқарилади, буларнинг кучайиши йўл тўшамаси мустаҳкамлигининг йўқолишига олиб келади.

Айтиб ўтилган деформацияларнинг йўл тўшамасининг емирилишидаги нисбий роли ҳар ҳил материаллардан ясалган конструкцияларда турлича бўлади ва юкламаларнинг қўйилиш ҳамда таъсир этиш давомийлиги характерига қараб, шунингдек, тўшама конструктив қатламларининг намлиги ҳамда ҳароратига қараб ўзгариб туради.

Йўл тўшамаси қанча юпқа ва бикирлиги бўйича грунтдан қанча кам фарқ қилса, унинг юклама остидаги конусининг синиб тушишидан емирилиш эҳтимоли шунча катта бўлади.

Нобикир йўл тўшамасига бир ҳил юзалар /штамплар/ орқали бериладиган юкламалар кўп марта такрор қўйилганида қопламанинг эгилишини тавсифловчи эгри чизиқ 16.2-расмда кўрсатилган эгри чизиқларнинг бирига мос келиши мумкин. Агар юклама йўл тўшамасининг ҳисобий мустаҳкамлигига мос, унинг қатлами ва йўл пойи грунти эса яхши шиббаланган бўлса, йўл тўшамаси фақат эластик эгилишлар таъсирига учрайди. Йўл фойдаланишга топширилган биринчи даврдагина, узил-кесил шаклланиш юз бераётганда баъзи йўл тўшамалари қўшимча шиббаланиш билан боғлиқ бўлган қолдиқ деформацияга учраши мумкин, бу

шиббаланишлар кейинчалик тўхтайди ва тўшама фақат эластик деформация таъсирида бўлади (I чизиқ). Йўлдан фойдаланиш жараёнида деформацияларнинг тўпланиши қоплама қатламларидаги материалларнинг эскириш ва ейилиш жараёнлари билан боғлиқ.

Ҳисобланган дан ортиқ юкламалар йўлдан ўтганида ёки асос грунтларининг мустаҳкамлиги вақтинча пасайган баҳор ва куз фаслларида аста-секин тўпланадиган кичик пластик деформациялар ҳосил бўлади (II чизиқ). Агар уларнинг жами қиймати тўшама бўшашган даврда бирор жоиз қийматдан ортиб кетса, тўшама емирилади (III чизиқ).

Шундай қилиб, тўшаманинг мустаҳкамлиги жоиз чегаравий эгилишга ва қоплама бўшашган даврда қўйилган юклама миқдорига боғлиқ. Жуда катта юкламаларда ёки грунтнинг мустаҳкамлиги анча пасайиб кетганида олдин секин тўпланадиган чўкишлар кейинчалик тез ўсади ва тўшаманинг тўлиқ емирилиши содир бўлади.

Йўлга қўйиладиган талабларга қараб, йўл тўшамасининг қалинлигини деформация берилган қийматдан ошмайдиган қилиб ҳисоблаш мумкин.

Капитал қопламали йўл тўшамалари эластик деформацияланиш босқичида ва грунт энг кам мустаҳкамликка эга бўлган йилнинг шароитларида ҳам етарлича мустаҳкам ишлаши керак деб ҳисобланади. Такомиллаштирилган енгил қопламали йўлларда йўл тўшамалари пластик деформацияларнинг тўпланиши эҳтимолига йўл қўймасдан, бироқ капитал қопламалардагига қараганда кам мустаҳкамлик захираси билан ишлашга ҳисобланади.

Ўтувчи турдаги қопламали йўл тўшамаларида (уларнинг текислигини тиклаш осон) ҳаракатланиш таъсирида деформацияланишга бироз йўл қўйиб ҳисобланади. Бу йўл тўшамасининг қалинлигини камайтиришга имкон беради.

МДҲ да қабул қилинган нобикир йўл тўшамаларини ҳисоблаш усули проф. Н.Н.Иванов бошчилигида яратилган. Бу усулни яратишда А.М.Кривисский ва М.Б.Корсунскийлар катта хисса қўшганлар.

Деформацияланадиган йўл тўшамаларида кечадиган жараёнларнинг мураккаблиги сабабли ҳисоблашда унинг мустаҳкамлигининг умумлаштирилган комплекс кўрсаткичи - жоиз эластик эгилиш қабул қилинади. Бу асосий талабга жавоб берувчи йўл тўшамаси қўйидаги мезонлар бўйича қўшимча равишда текширилади: боғланмаган қатламларнинг силжишлар ҳосил бўлишига қарши турғунлиги бўйича; боғланган материаллар қатламларидаги чўзувчи кучланишларнинг қиймати бўйича; қишки кўпчишнинг жоиз қиймати бўйича; ғовак қатламлардан сувнинг четлатилишини таъминлаш бўйича.

16.3. Йўл тўшамасининг қалинлигини чегаравий жоиз эластик эгилиш бўйича ҳисоблаш

Қурилиш механикаси нуқтаи назаридан йўл тўшамалари эластик-изотроп ярим бўшлиқда - грунтда ётувчи турли бикирликдаги қатламлардан тузилган кўп қатламли тизимдан иборат.

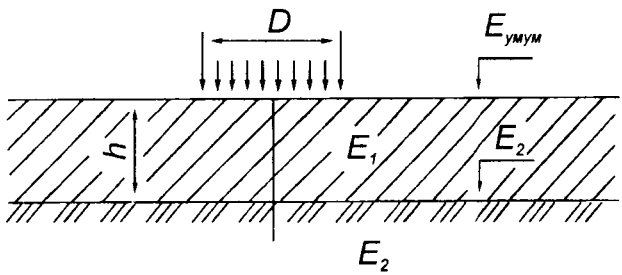
Босимни узатиш, кўп қатламли тизимдаги қатламларнинг чўкиши ва сиқилиши алоҳида қатламларнинг қалинлигига, уларнинг эластиклик модулларининг ва Пуассон коэффициентларининг нисбатига, деформация жараёнида бир қатламнинг бошқа қатлам бўйича силжиш эҳтимолига боғлиқ. Бир жинсли бўлмаган ночизиқ деформацияланадиган материаллар учун (буларга йўл тўшамаларининг конструктив қатламлари асфальт-бетон, шиббаланган чақиқ тош ва б. киради) грунт асосга бериладиган кучланишларни ҳисоблашга имкон берадиган назарий ечимлар ҳали топилгани йўқ. Шунинг учун бироз шартлилик билан йўл тўшамаларини ҳисоблашда, эластиклик назариясида ишлаб чиқилган, кучланишларнинг кўп қатламли тизимларда тақсимланиши қонуниятларига асосланади. Бу қонуниятларнинг йўл тўшамалари учун қўлланиши шу билан асосланадики, улар кам эгилганда чизиқли деформацияланадиган кўп қатламли тизим каби ишлайди.

Кўп қатламли тизимларнинг ҳолатига оид масалалар фақат баъзи хусусий ҳоллар учун ечилган. Масалаларнинг қийинлиги

кўрилаётган қатламлар сони ортиши билан қийинлашади ва шунинг учун кўпчилик ечимлар юқориги қатламнинг эластиклик модули пастки қатламиникидан катта бўлган икки қатламли тизимларга тааллуқлидир.

Ечим одатда икки ва уч қатламли тизимларнинг доиравий юза бўйича текис тақсимланган вертикал юкламалар таъсирида ҳосил бўлган кучланишлар ва вертикал силжишлар жадвали тарзида берилади (16.3 - расм).

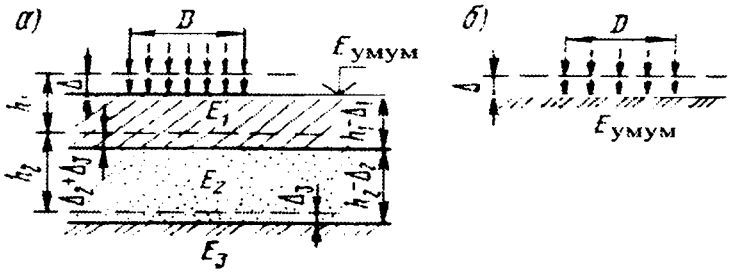
Жадвалларда ярим бўшлиқ сиртининг силжишлари ва қатламлардаги кучланишларнинг қийматлари эластиклик модулларининг турли нисбатлари E_1/E_2, Пуассон коэффициенти турлича бўлгандаги қатламлар қалинлиги ва юклама узатиладиган юза диаметрининг ўзаро нисбати h/D учун берилади.



16.3-расм. Йўл тўшамаларининг қалинлигини ҳисоблаш учун икки қатламли тизим схемаси.

Қўлланиладиган йўл тўшамаларининг конструкциялари жуда хилма хил. Уларнинг тенг мустаҳкамлигини таъминлаш ва турли вариантларни мустаҳкамлиги бўйича таққослаш мақсадида улар эквивалент эластиклик модули - умумий эластиклик модули билан баҳоланади. Бу шундай бир жинсли ярим бўшлиқнинг модулики, бу бўшлиқ ҳисобий юклама қўйилганида кўп қатламли йўл тўшамаси каби деформацияланади (16.4-расм).

Икки қатламли тизим учун эквивалент эластиклик модули (умумий эластиклик модули) қўйидаги боғлиқлик билан ифодаланади.



16.4-расм. Кўп қатламли тизимнинг умумий /эквивалент/ эластиклик модули хақидаги тушунчани аниқлашга оид схема:
а - кўп қатламли тизим деформацияланишдан кейин /пунк-тир билан қатламларнинг дастлабки ҳолати кўрсатилган/; б- эквивалент бир жинсли бўшлиқ.

$$E_{умум} = \frac{\left[1{,}05 - 0{,}1\frac{h}{D}\left(1 - \sqrt[3]{E_2/E_1}\right)\right]E_1}{0{,}71\sqrt[3]{E_2/E_1}\,arctg\left(\frac{1{,}35h_э}{D}\right) + \frac{E_1}{E_2}\frac{2}{\pi}arctg\frac{D}{h_э}}, \qquad (16.2)$$

бу ерда E_1- юқориги қатламнинг эластиклик модули; E_2- пастки қатламнинг эластиклик модули; h- юқориги қатлам қалинлиги; D- босимни узатадиган доиравий юзанинг диаметри; $h_э = 2h\sqrt[3]{E_1/6E_{умум}}$ - эластиклик модули E_2 бўлган пастки қатлам материалининг «эквивалент қатлами»; кўриб чиқилаётган икки қатламли тизимнинг юқориги қатлами h «эквивалент қатлам» билан алмаштирилганда унинг кучланганлик ҳолати ўзгармайди.

Эквивалент қатлам тўғрисидаги тушунчани қўйидаги соддалаштирилган ҳисобий схемадан олиш мумкин. Чизиқли деформацияланадиган ярим бўшлиқда қалинлиги h_1 ва h_2 бўлган, эластиклик модули E_1 ва E_2 бўлган турли материаллардан ташкил топган иккита чексиз плита ётган бўлсин. Маълумки, агар плиталарнинг мустаҳкамлиги бир хил бўлса, уларнинг эгилиши бир хил юкламаларда тенг бўлади. Бунинг учун уларнинг цилиндрик бикирлиги бир хил бўлиши керак

$$\frac{E_i h_i^3}{1Z(1-\mu_i^2)} = \cos t ,$$

бу ерда E_i- эластиклик модули; h_i- плиталарнинг қалинлиги; μ_i- Пуассон коэффициенти.

Икки плита учун бикирлик ифодаларини тенглаштириб ва $\mu_1=\mu_2$ деб фараз қилиб, модули E_1 бўлган қатламнинг эквивалент қалинлигини оламиз

$$h_1 = h_2 \sqrt[3]{E_2 / E_1} , \qquad (16.3)$$

Формулаларни келтириб чиқаришда турли муаллифлар таклиф этган жоизликларга боғлиқ ҳолда эквивалент қатламлар учун берилган ифодалар бир-биридан фарқ қилади. Жумладан, М.Б.Корсунский тажриба маълумотларига мувофиқ эластик деформациялар шароитида ишловчи нобикир тўшамалардаги чўзувчи кучланишларни ҳисоблашда h_1 ни қўйидагича қабул қилишни таклиф этади.

$$h_1 = 1{,}1 h_2 \sqrt[3]{E_2 / E_1} , \qquad (16.4)$$

Йўл тўшамасига эквивалент бўлган бир жинсли ярим бўшлиқнинг эластиклик модули (бу модулда ҳисобий юклама ҳосил қилган деформация берилган қийматдан ошмайди), Буссинеска формуласи билан аниқланиши мумкин. Бу формула эластик-изотроп ярим бўшлиқ сиртининг доира бўйича бир текис тақсимланган юкламадан ўта чўкиши учун чиқарилган:

$$E_{экв} = \frac{pD\left(1-\mu^2\right)}{\ell} , \qquad (16.5)$$

Бу ерда p - автомобил ғилдирагининг босими; D- ғилдирак изига тенг бўлган доира диаметри; μ- Пуассон коэффициенти; ℓ - рухсат этиладиган тикланувчи деформация; унинг қийматини ҳисоблашларда йўл қопламасининг мўлжалланган конструкциясини ва ҳаракат интенсивлигини назарга олган ҳолда қабул қилинади.

Йўл тўшамаларининг жоиз нисбий эластик эгилиши ℓ/D талаб этилган жами эластиклик модулини аниқлашда ҳаракат жадаллиги

юқори бўлган йўлларда 0,0025...0,0030, ҳаракат енгил бўлганида 0,0035...0,0040 чегарасида қабул қилинади. Енгиллаштирилган такомиллаштирилган йўл қопламаларини ҳисоблашда бу қийматни кўпи билан 1,5 марта оширишга йўл қўйилади.

Нобикир йўл тўшамаларининг қалинлигини ҳисоблаш учун умумий /эквивалент/ эластиклик модулини белгилашда шуни ҳисобга олиш керакки, кўп карра қўйиладиган юкламалар ва ҳарорат ўзгаришлари таъсирида йўл тўшамаларида толиқиш ҳодисаси юз беради. Минерал материалларнинг донлари ейилади ва майдаланади, улар орасидаги ишқаланиш ва илашиш камаяди, улар боғланган органик боғловчилар эса толиқиш жараёни натижасида мўрт бўлиб қолади. Йўллардаги кузатишлар ва моделларни лабораторияда синаш шуни кўрсатдики, юкламани бир карра қўйишга ҳисобланганда анча катта мустаҳкамликка эга бўлган йўл тўшамалари ҳисобий юкламадан кам бўлган юкламалар кўп марта такрор таъсир эттирилганда емирилади. Юклама қўйиш сони қанча кўп бўлса, йўл тўшамасининг мустаҳкамлиги шунча жадал камаяди, бунда у қўйидаги эмпирик боғлиқликка бўйсинади.

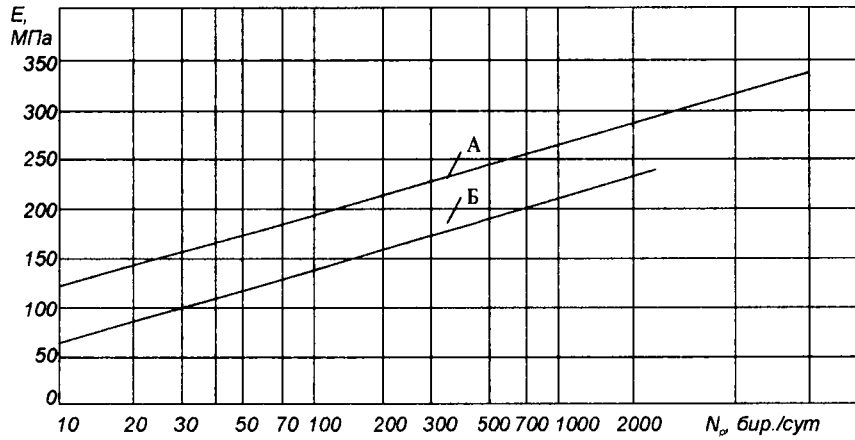
$$E_{умумN} = \frac{E_{умум.ст}}{K_{ин}} = \frac{E_{экв.ст}}{a + b\ell gN}, \qquad (16.6)$$

бу ерда $E_{умумN}$ -йўл тўшамасининг битта полосада N (авт./сут) таъсир этгандаги умумий (эквивалент) эластиклик модули; $E_{умум.ст}$ - юкламанинг статик таъсир этиш шарти бўйича ҳисобланган, эндигина қурилган йўлнинг умумий (эквивалент) эластиклик модули; $K_{ин}$ - ҳаракат интенсивлигини ҳисобга олувчи коэффициент; a,b-қопламанинг табиий эскиришини ва унда деформациянинг интенсив тўпланишини ҳисобга олувчи коэффициент, уларнинг қийматлари ҳозирги ҳаракат таркиблари учун нисбатан тор чегараларда ўзгаради.

Кўп қатламли нобикир йўл тўшамаларининг талаб этилган эквивалент /умумий/ эластиклик модулларининг қийматлари йўл тўшамаларини синов юкламалари билан синаш бўйича ўтказилган

кўп сонли экспериментлар ва фойдаланиш шароитларида уларнинг емирилиш сабабларини таҳлил қилиш асосида белгиланган эди.

Модулларнинг талаб этилган ҳисобий қийматларини белгилаш учун номограмма таклиф этилган (16.5 - расм).



16.5-расм. Эластик деформациялар бўйича ҳисоблашда талаб этилган йиғинди модулни аниқлаш учун номограмма.

А ва Б гуруҳ автомобилларидан бериладиган ҳисобий юкламага келтирилган ҳаракат интенсивлигини қопламанинг ҳисобий хизмат муддатининг охирги йили учун битта ҳаракат полосасига қабул қилиш керак, бу муддат йўл тўшамасининг қалинлигини ҳисоблашда 10 йилга тенг деб қабул қилинади. Йўлларда турли автомобиллар ҳаракат қилганлигидан ҳисоблашларда улар йўл тўшамасига таъсири бўйича эквивалент бўлган ҳисобий автомобиллар сонига келгирилади.

Босими p_1 ва изининг диаметри D_1 бўлган автомобилдан кўрсаткичлари тегишлича p_2 ва D_2 бўлган автомобилга ўтиш учун коэффициентни топиш зарур бўлсин.

(16.4) тенгламага мувофиқ бу автомобиллар ҳаракатланганида йўл тўшамасининг қўйидаги эквивалент эластиклик модуллари талаб этилади:

$$E_{тал.1} = K_{ин1}E = \frac{p_1 D_1\left(1-\mu^2\right)}{\ell},$$

$$E_{тал2} = K_{ин2}E = \frac{p_2 D_2\left(1-\mu^2\right)}{\ell},$$

бу ерда Е - йўл тоифаси бўйича зарур бўлган эквивалент эластиклик модули.

Бундан

$$\frac{E_{тал.1}}{E_{тал.2}} = \frac{p_2 D_2}{p_1 D_1},$$

ёки

$$\frac{p_1 D_1}{p_2 D_2} = \frac{a + b\ell gN_1}{a + b\ell gN_2},$$

бундан ўзгартиришлардан кейин

$$\ell gN_1 = \frac{p_2 D_2}{p_1 D_1}\left(\ell gN_2 + \frac{a}{b}\right) - \frac{a}{b}$$

а ва b қийматлар фойдаланиш шароитларида турли йўл тўшамалари хизматини кузатиш ва йўл тўшамаларини синаш натижаларини умумлаштириб аниқланган. Замонавий транспорт оқимлари учун уларнинг қийматлари жуда кам ўзгарганлигидан проф. Н.Н.Иванов тақрибий боғлиқликдан фойдаланишни таклиф этди:

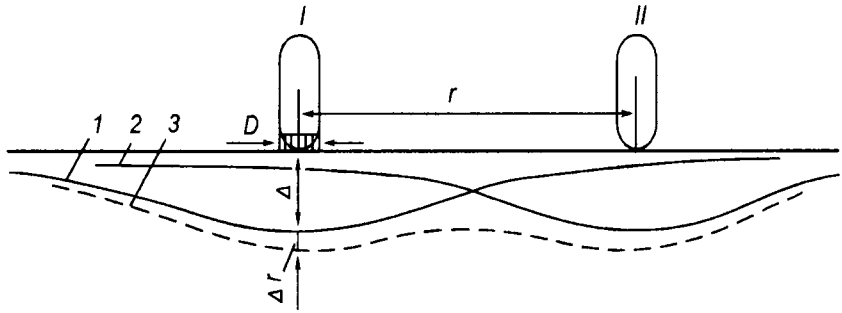
$$\ell gN_1 = \frac{p_2 D_2}{p_1 D_1}\left(\ell gN_2 + 1\right) - 1$$

Нобикир йўл тўшамаларини лойихалаш йўриқномасида аралаш транспорт оқимларини ҳисобий автомобилларга келтиришнинг анча содда усули берилган:

$$N_{хис.экв} = K\sum_{1}^{h} NS_i$$

Бу ерда К - ҳаракатнинг қатнов қисми бўйича тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Унинг қиймати энг серқатнов ҳаракат полосаси учун ҳаракат полосаси иккита бўлганида 0,55, учта полоса бўлганида 0,50 ва тўртта полоса бўлганида 0,35 ни ташкил этади; n - транспорт оқимидаги турли маркали транспорт воситалари сони; Si - турли транспортларнинг йўлга таъсирини келтириш коэффициенти

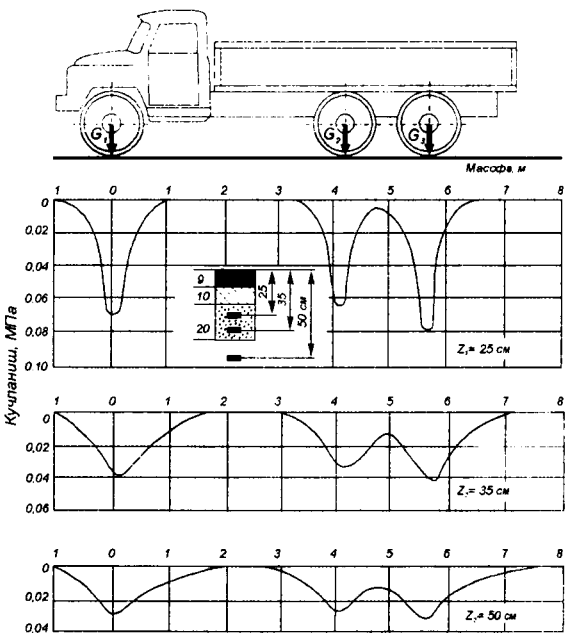
(16.2-жадвал); N - ҳар қайси маркадаги транспортнинг ҳар икки йўналишда суткасига ўтишларининг истиқболдаги сони.



16.6-расм. Йўл тўшамаси қалинлиги ҳисоблашда ёндош ғилдираклар таъсирини ҳисобга олиш усули:

1 - I ғилдирак таъсирида эгилиш; 2 - II ғилдирак таъсирида эгилиш; 3 - икки ғилдирак таъсирида жами эгилиш.

Ҳақиқатда йўл тўшамаларининг эгилишига қўшни ғилдираклардан тушган юклама ҳам таъсир этади, чунки қопламанинг эгилиш тўлқинлари кўпинча бир-бирини қоплайди (16.6-расм). Бу ҳолни трейлерлар ва уч ўқли автомобилларни ўтказадиган йўл тўшамаларини ҳисоблашда назарда тутиш зарур.



16.7-расм. КрАЗ автомобили 50 км/соат тезлик билан ўтганида тўшама қум қатламида 25 ва 35 см чуқурликда ҳамда цемент-грунт асосли асфалтбетон қоплама остидаги грунтда 50 см чуқурликда вертикал кучланишлар эпюраси.

16.7-расмда грунтда турли ғилдираклардан тушган кучланишлар эпюрасини жамлаш усули кўрсатилган.

Проф. М.Б.Корсунский бўйича қўшни ғилдирак таъсиридан эгилиш Δ$_r$нинг ҳисобий ғилдиракдан эгилиш Δ га нисбати қўйидагича ифодаланади:

$$\lambda_r = \frac{\Delta_r}{\Delta_0} = \frac{1}{1+0{,}67(\frac{2r}{D}\, arctgh\sqrt[2,5]{E_{экв}/E_{гр}})^2} \qquad (16.7)$$

бу ерда r - ғилдирак излари марказлари орасидаги масофа; h - қоплама ва асоснинг (қум қозиқлар қўшилмайди) эквивалент қалинлиги; $E_{экв}$ - қоплама ва асоснинг эквивалент модули; $E_{гр}$ - тўшама грунтнинг эластиклик модули.

Иккала ғилдиракнинг биргаликдаги таъсирида қопламанинг эгилиши

$$\Delta=(1+\lambda_2)\,\Delta_0 \qquad (16.8)$$

Бу ҳолни назарда тутиб аниқланган ҳисобий юкламаларга келтириш коэффициентининг қийматлари турли автомобиллар учун 16.2-жадвалда келтирилган. Тиркамали автомобилларни келтиришда ўққа тегишли юклама тушадиган икки автомобил учун қабул қилинади, автопоездлар эса поезддаги ўқлар сонига мос равишда бир нечта автомобиллардан иборат деб ҳисобланади.

Ҳар қайси тоифадаги йўл учун ҳисобий интенсивлик тасодифан ортиб кетганида бирор мос ишлаш шароитлари имкониятларини кафолатлаш учун йўл тўшамасининг талаб этилган умумий эластиклик модулини ҳисоблаш йўли билан топилган минимал мустаҳкамлик 16.3-жадвалда келтирилган қийматлар қадар оширилиши зарур.

Йўл тўшамасининг қалинлигини аниқлашда йўл тўшамасининг мўлжалланган конструкцияси учун эластиклик модулининг назарий қийматлари икки қатламли тизимдаги кучланишлар ва деформациялар тўғрисидаги ечим асосида тузилган номограммалардан аниқланади (16.8 ва 16.9-расмлар). Улар юқориги ва пастки қатламлар эластиклик модуллари E_1 ва E_2 , юқориги

қатламнинг нисбий қалинлиги h/D ва икки қатламли тизим сиртидаги умумий эластиклик модули $E_{умум}$ қийматларини боғлайди. Бу тўртта катталикни билган ҳолда ҳар қандай бешинчи катталикни топиш мумкин.

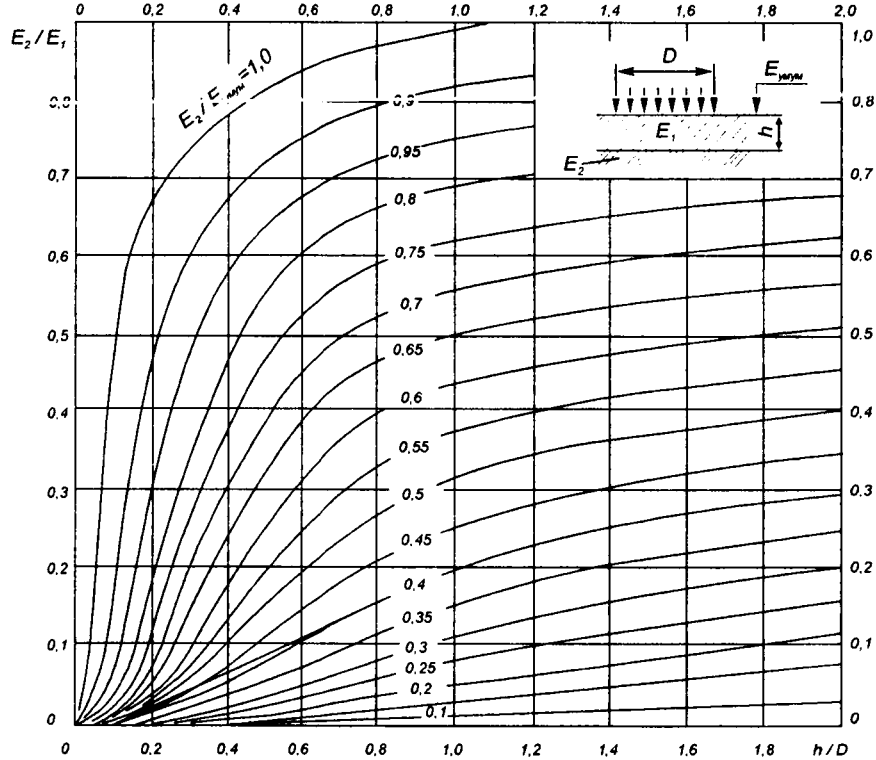
Ҳисоблашларда 16.8-расмда келтирилган бир номограмманинг ўзидан ҳам фойдаланиш мумкин, бироқ бу ҳолда қопламадан пастда ётган қатламларнинг йиғинди модулини аниқлашда кетма-кет яқинлашиш усули бўйича иш кўришга тўғри келади. Бунда қопламадан пастда ётган конструктив қатламларнинг йиғинди эластиклик модули E_2 га қийматлар бериб ($E_2=E_{умум}$), абсцисса ўқига h/D нисбатга мос келувчи нуқтадан ўтказилган перпендикуляр билан $E_2=E_{умум}$ эгрининг ва E_2/E_1 нуқтадан ординаталар ўқига ўтказилган перпендикулярнинг кесишиш нуқталарининг мос тушишига эришиш керак.

Уч қатламли йўл тўшамаси мисолида ҳисоблаш тартибини кўриб чиқамиз (16.10-расм). Тўшаманинг юқориги қатламларининг қалинлиги энг қиммат материалдан конструктив мулоҳазаларга кўра энг кам қалинликда - $h_к$ га тенг деб қабул қилинган. Совуқдан ҳимоя қилувчи пастки қатламнинг сувни четлатиш ва кўпчишнинг олдини олиш шартидан белгиланадиган қалинлиги h_c га тенг.

Масала асос қопламанинг зарур қалинлиги h_oни аниқлашдан иборат.

1.Грунтнинг маълум эластиклик модули $E_{гр}$ ва совуқдан ҳимоялаш қатламининг эластиклик модули E_c ва унинг қалинлиги h_c дан келиб чиқиб, "пастки қатлам - тўшама грунт" тизимининг эквивалент модули $E_{умум\ с\text{-}гр}$ ни топамиз. Айни ҳолда $E_{гр}=E_2$, $E_c=E_1$ деб қабул қиламиз. Бунинг учун ординаталар ўқига (16.9-расмга қ). $E_2/E_1=E_{гр}/E_c$ нисбатни, абсциссалар ўқига эса h_c/D нисбатни олиб қўямиз (бу ерда D - ҳисобий автомобил шинасининг қоплама билан уриниш юзасига эквивалент бўлган доиранинг диаметри).

Координаталар ўқига топилган нуқталардан перпендикулярлар чиқариб, чизиқлар тизимида уларнинг кесишиш нуқталари бўйича номограмма майдонида $E_{гр}/E_{умум.с\text{-}гр}$ нисбатни, бундан эса қидирилаётган эквивалент модулни топамиз.

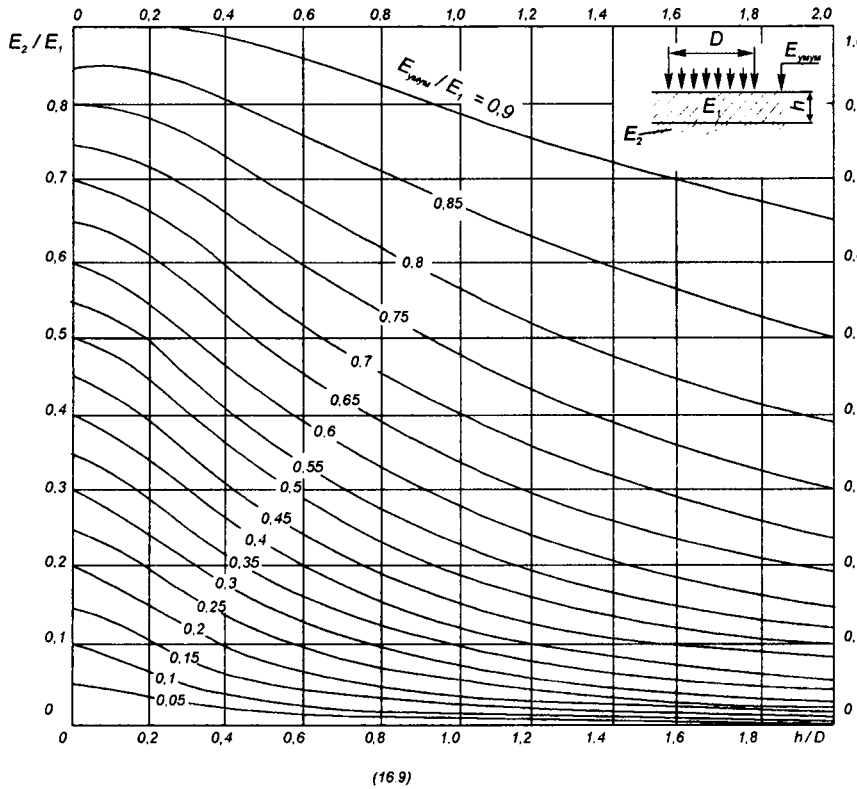


16.8-расм. Икки қатламли тизимнинг юқориги қатламининг эластиклик модулини аниқлаш учун номограмма ($E_2/E_{умум}$ нисбат, яъни пастки қатлам эластик модули E_2 нинг икки қатламли тизимнинг эквивалент модули $E_{умум}$ га нисбати эгри чизиқлардаги рақамлар билан кўрсатилган).

2. Бутун йўл тўшамасининг умумий эластиклик модули $E_{ум}$, қопламанинг E_1 учун қабул қилинадиган эластиклик модули $E_К$ ва қопламанинг конструктив қабул қилинган қалинлиги $h_К$ нинг маълум қийматларидан келиб чиқиб, йўл тўшамасининг қоплама остида жойлашган қатламларининг йиғинди модулини аниқлаймиз. Қоплама остидаги қатламлар - «асос - совуқдан ҳимоялаш қатлами - грунт» тизимининг йиғинди модули $E_{умум.а-с-гр}$ ни E_1 деб қабул қиламиз.

Бунинг учун абсциссалар ўқига (16.9-расм) $h_к/D$ нисбатни қўямиз ва бу нуқтадан номограмма майдонида $E_{умум}/E_1=E_{умум\ а\text{-}с\text{-}г\text{-}р}/E_К$ нисбатга мос келувчи чизиқ билан кесишгунча перпендикуляр чиқарамиз.

Кесишиш нуқтасидан ординаталар ўқига перпендикуляр ўтказиб, $E_2/E_1=E_{умум\ а\text{-}с\text{-}гр}/E_к$ нисбатни оламиз, бундан қидирилаётган модул $E_{умум\ а\text{-}с\text{-}гр}$ ни топамиз.



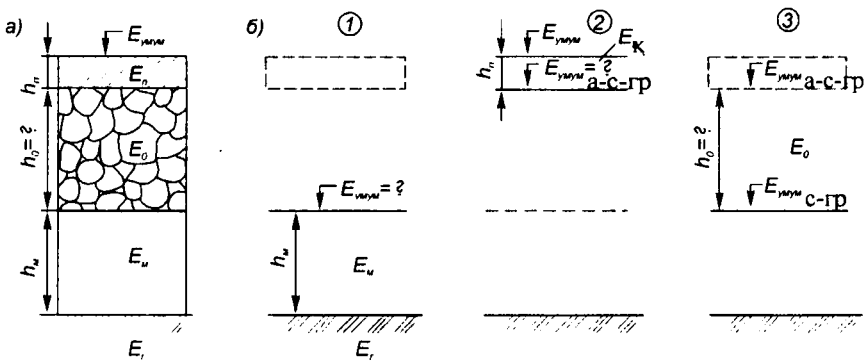
16.9-расм. Икки қатламли тизимнинг умумий эластиклик модулини аниқлаш учун номограмма ($E_{умум}/E_1$ нисбат эгри чизиқлардаги рақамлар билан кўрсатилган).

3. Умумий модуллар $E_{умум\ а\text{-}с\text{-}гр}$ ва $E_{умум\ с\text{-}гр}$ ни ҳамда йўл тўшамаси асоси қатламининг модули E_o ни билган ҳолда номограмма бўйича

(16.8-расмга қ.) ординаталар шкаласи $E_2/E_1=E_{умум\ с\text{-}гр}/E_o$ дан ва номограмма майдонидаги чизиқ $E_{умум}/E_1=E_{умум\ а\text{-}с\text{-}гр}/E_o$ дан фойдаланиб,қидирилаётган нисбат $h_{асос}/D$ ни топамиз.

Ҳисоблаш тартиби 16.10-расмда кўрсатилган.

Юқорида баён этилганлардан кўриниб турибдики, конструктив қатламларнинг жойлашиш тартиби ва улардан баъзиларининг қалинлиги йўл тўшамаларини ҳисоблашда лойиҳаловчи томонидан белгиланади. Шунинг учун қолган қатламларнинг ҳисоблаб аниқланадиган қалинликлари қандайдир даражада бу ечимларнинг муваффақиятлигига боғлиқ. Проф. А.К.Бируля (Харьков автомобил-йўл институти) турли материаллардан тенг мустаҳкам йўл тўшамаларини конструкциялаш ва ҳисоблаш усулини таклиф этади. Бу усул йўл тўшамалари конструктив қатламларининг эластиклик модулини чуқурлик ортиши билан қонуниятли ўзгартириш зарур деган фикрга асосланган.



16.10-расм. Нобикир йўл тўшамасининг қалинлигини ҳисоблаш тартиби:
а - тўшама схемаси ва ҳисобий катталиклар; б - ҳисоблаш тартиби;
1-3 - ҳисоблаш босқичлари.

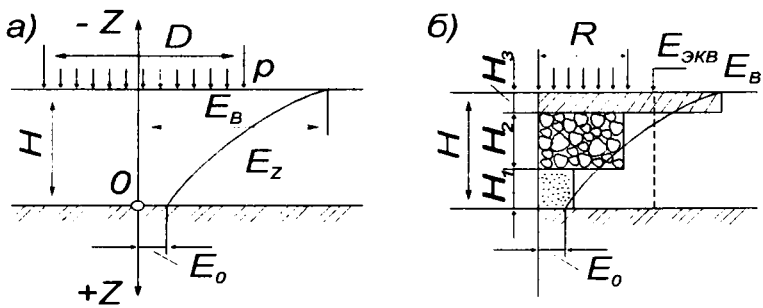
Бунда тўшаманинг зарур умумий модули шу параграфда юқорида баён этилганларга кўра қабул қилинади.

Йўл тўшамаси конструктив қатламларининг эластиклик модулини ўзгартириш проф. Б.И.Коган формуласи бидан ифодаланадиган қонуниятга мос келиши керак:

$$E_z = E_o exp\left(-\beta \frac{z}{H}\right) \qquad (16.9)$$

бу ерда E_o- тўшама грунтнинг эластиклик модули; Н - йўл тўшамасининг қалинлиги; Z - 16.11-расмда кўрсатилган координаталар тизимида қаралаётган нуқтанинг координатаси; β - эластиклик модулининг чуқурлик бўйича ўзгариш интенсивлигини тавсифловчи коэффициент.

β нинг қиймати тўшама қатлам сиртида эластиклик модулининг E_o га, қопламанинг сиртида эса қоплама материалининг эластиклик модули E_1 га тенг бўлиши керак, деган шартдан топилади (16.9) тенгламага Z=-H ни қўйиб, $E_в=E_o e^{\beta}$ ни оламиз, бундан $\beta=\ell_n \frac{E_{Bв}}{E_H}$.



16.11-расм. Харьков автомобил-йўллари институти (ХАДИ) ишлаб чиққан йўл тўшамаларини конструкциясига ва ҳисоблаш усулига оид схема: а - чуқурлик бўйича эластиклик модуллари ўзгарадиган қатламларнинг схемаси; б- йўл тўшамаларини конструкциялашда қатламларни жойлаштириш.

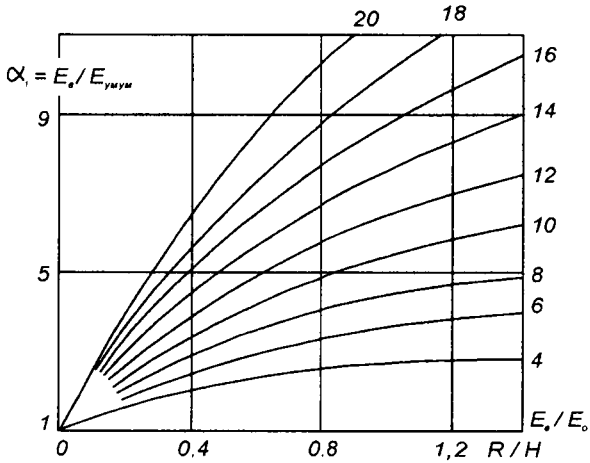
Йўл тўшамасининг чўкиши R радиусли доирада текис тақсимланган юклама таъсир этганида кучланишларнинг проф. Б.И.Коган бўйича юқорида баён қилинган тақсимланишида қўйидаги боғлиқлик билан ифодаланади:

$$\ell = \frac{2pR}{Ев}\alpha_1 \qquad (16.10)$$

бу ерда $\alpha_1=E_в/E_{умум}$ - кўп қатламли тизимни бир жинсли ярим бўшлиққа келтириш коэффициенти; $E_{умум}$ - йўл тўшамасининг ҳисобланган умумий эластиклик модули.

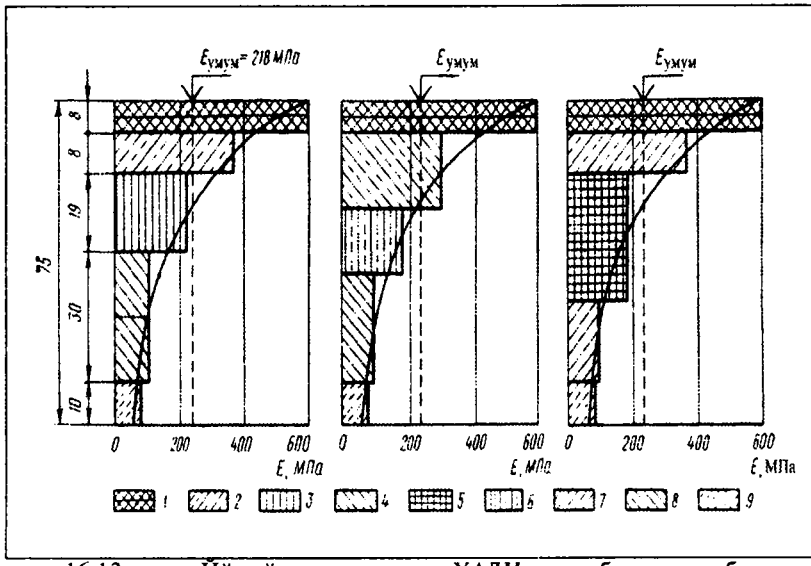
Йўл тўшамаси қатламларининг умумий қалинлиги R/H ва $E_в/E_o$ нисбатлар асосида график бўйича аниқланади (16.12-расм).

Эластиклик модулининг чуқурлик бўйича тақсимланиши назарий эпюрасини қуриб (16.11-расм, б га қ.), бу эпюрада турли материалларнинг қатламлари шундай жойлаштириладики, бунда ҳар қайси қатлам қалинлигининг ўртасида модулнинг қиймати шу материалнинг модулига тенг бўлсин. Йўл тўшамаси модуллари поғонали эпюраларининг юзи назарий эгри чизиқ билан чегараланган юзага тенг бўлиши керак.



16.12-расм. Йўл тўшамаси қалинлигини аниқлаш графиги.

16.13 - расмда йўл тўшамасининг уч варианти келтирилган; уларнинг жами қалинлиги 75 см бўлиб, умумий модули $E_{умум}$=218 МПа га тенг.



16.13-расм. Йўл тўшамаларининг ХАДИ усули билан ҳисобланган конструкциялари:

1 - икки қатламли асфальтбетон; 2 - қурилмада органик боғловчилар билан ишлов берилган чақиқ тош; 3 - йириклиги бўйича сараланган чақиқ тош; 4 - органик боғловчилар билан ишлов берилган сараланган чақиқ тош аралашмаси; 5 - чақиқ тош қўшиб ва боғловчилар билан ишлов бериб мустаҳкамланган грунт; 6 - йириклиги бўйича сараланмаган чақиқ тош; 7 - чақиқ тош қўшиб мустаҳкамланган грунт; 8 - органик боғловчилар билан ишлов берилган грунт; 9 - бироз чақиқ тош қўшиб мустаҳкамланган грунт.

16.4.Йўл тўшамасининг боғланмаган қатламларини силжишга қарши турғунликка текшириш

Ҳисобий юклама таъсир этганида йўл тўшамасининг катта боғланишга эга бўлмаган қатламларида йўл тўшамасининг деформацияланишига олиб келувчи силжиш ҳодисалари юзага келмаслиги керак. Боғланмаган материаллардан қурилган конструктив қатламнинг бирор нуқтасида силжишларга қарши турғунлик шартлари Кулон тенгсизлиги билан ифодаланади:

$$\tau_{max} \leq \sigma\ tg\varphi + c,\ \text{ёки}\ \ \tau_{max} - \sigma\ tg\varphi \leq c \qquad (16.11)$$

бу ерда τ_{max} - максимал уринма кучланиш; σ - максимал уринма кучланишлар таъсир этаётган юзага кучланишларнинг нормал ташкил этувчиси; φ - боғланмаган материалнинг ички ишқаланиш бурчаги; с - илашиш.

Ўзгартирилган ифоданинг чап қисми $\tau_{max} - \sigma tg\varphi = T_{\phi}$ фаол силжиш кучланиши деб аталади.

Силжиш фаол кучланишининг энг катта қиймати, одатда, юкланган юза марказининг остида, қатламлар орасидаги уриниш жойида ёки ундан пастроқда бўлади.

Муваққат юкламадан ҳосил бўлган силжишга қаршилик фаол кучланиши Морнинг мустаҳкамлик мезони бўйича тўшама грунтнинг ғилдирак изи маркази остида энг катта кучланган нуқтасидаги чегаравий мувозанатлик шартига мос келиб, қўйидагича ифодаланади.

$$\tau_{фаол} = \frac{1}{2cos\beta}\left[(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\varphi\right], \qquad (16.12)$$

бу ерда σ_1 , σ_3 - айни нуқтадаги максимал ва асосий минимал кучланишлар, улар йўл тўшамаси икки қатламли эквивалент тўшамага келтирилгандан кейин аниқланади; φ - ички ишқаланиш бурчаги.

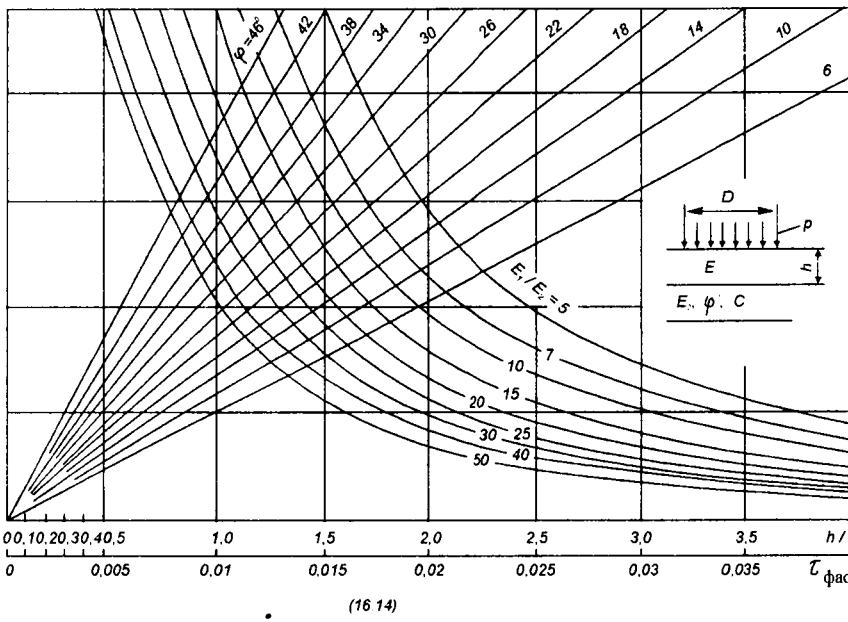
Силжиш фаол кучланишига, шунингдек, йўл тўшамасининг кўрилаётган қатламдан юқорида ётган қатламларининг ўз оғирликлари ҳам таъсир қилади. Бу омилни ҳисобга олиш учун $\tau_в$ тузатма киритилади. Ички ишқаланиш бурчаги ва тўшаманинг қалинлигига қараб $\tau_в$ мусбат ҳам, манфий ҳам бўлиши мумкин.

Шундай қилиб тўшаманинг силжишга қарши турғунлик мезони этиб қўйидаги узил-кесил шарт қабул қилинади.

$$T_{фаолнах} = (T_{фаол} + T_в) < T_ж = \kappa_1\kappa_2\kappa_3 c \qquad (16.13)$$

бу ерда $T_ж$ - грунтдаги силжиш жоиз кучланиши; с - ҳисобий даврда йўл пойи фаол зонасидаги грунтнинг илашиши; κ_1, κ_2, κ_3 - хусусий заҳира коэффициентлари; κ_1 - қисқа муддатли импульсив қўзғалувчан юклама қўйилганида илашиш с нинг камайиши (қисқа муддатли юкламаларда κ_1=0,6, такрорланиши кам бўлган юкламалар узоқ

муддат таъсир этганида $к_1$=0,9) $к_2$ - захира коэффициенти, у қурилиш технологияси бузилишини, об-ҳавонинг ўта ноқулай шароитларини ҳисобга олади. Ҳаракат интенсивлигига қараб, $к_2$ 50авт./сут ўтганда 1,23, 5000 авт./сут ўтганда 0,55 га тенг; $к_3$ - йўл тўшамаси конструкциясида турли грунтларнинг ишлаш ҳусусиятини ҳисобга олувчи коэффицент. Йириклигига қараб қумлар учун $к_3$=3,0...7,0; лойли грунтлар учун $к_3$=1,5.



16.14-расм. Қатламлар уриниш текислигида эркин силжиганида икки қатламли йўл тўшамаларини ҳисоблаш учун номограмма (h/D=0...4).

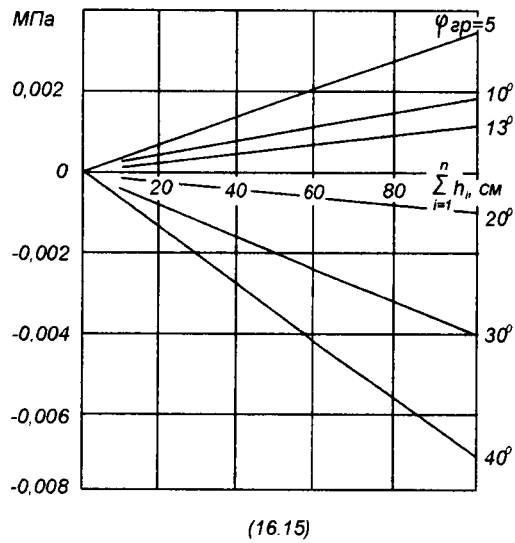
16.14 - расмда уриниш ерида қатламлар биргаликда ишлайдиган ҳол учун бирлик юкламадан (p=I) силжиш фаол кучланиши $\tau_{фаол}$ аниқланадиган номограмма кўрсатилган. Йўл тўшамаси оғирлигининг таъсирини ҳисобга олиш учун ёрдамчи номограмма берилган (16.15-расм). Пуассон коэффициенти йўл тўшамаси материаллари учун 0,25 ва грунт учун 0,35 олинган.

Конструктив қатламнинг силжишга қарши турғунлиги қўйидагича текширилади:

текширилаётган қатламдан юқорида жойлашган қатламларнинг ўртача ҳисобий эластиклик модули қўйидаги тақрибий формула билан аниқланади (16.16 - расм).

$$E_{урт} = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2 + \ldots}{h_1 + h_2 + \ldots} \qquad (16.14)$$

бу ерда E_1, E_2 - конструктив қатламларнинг ҳисобий эластиклик модуллари бўлиб, бу қатламларнинг қалинлиги тегишлича h_1, h_2...га тенг.

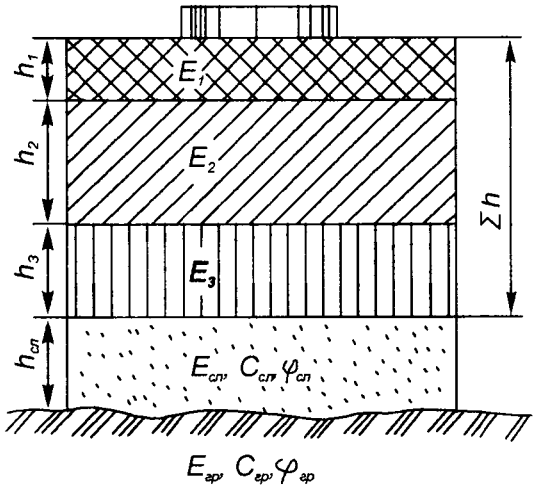


16.15-расм. Тўшаманинг ўз оғирлиги таъсирида фаол силжиш кучланишларини аниқлаш учун номограмма.

Ҳисоблашларнинг кўрсатилишича, (16.14) формула бўйича ҳисобланган кучланганлик ҳолати аниқ усуллар билан ҳисобланган натижага яқин;

силжишга жоиз қаршилик $T_ж$ (16.13) тенглама бўйича ҳисобланади.

$\Sigma h/D$ ва $E_{ўрт}/E_{гр}$ нисбатлар ва ички ишқаланиш бурчаги φ маълум бўлса, текширилаётган қатламда силжиш фаол кучланишининг максимал солиштирма қиймати $\tau_{фаол}$ номограммадан топилади (16.11-расмга қ.) ва унга йўл тўшамаси оғирлигининг таъсирига тузатма киритилади (16.15-расмга қ.).



16.16-расм. Ўртача эластиклик модулини аниқлашда қатламларни аниқлаш схемаси.

Силжишга фаол қаршиликни (16.11) формула бўйича ҳисобланган жоиз қийматига қиёслаб, тўшама конструкциясининг тўғри-нотўғри белгиланганлиги тўғрисида фикр юритилади.

Агар ҳисоблаш пластик силжишлар содир бўлиши мумкинлигини кўрсатса, юқорида жойлашган қатламларнинг қалинлигини ёки бикирлигини ўзгартириш зарур ёки текширилаётган қатламда силжиш қаршилиги катта материалдан фойдаланиш зарур.

Бўш боғланган шағалли ёки қумли материаллардан, суюқ боғловчи модда билан пухталанган материаллар ва грунтлардан ташкил топган қатламларнинг турғунлиги шунга ўхшаш усул билан ҳисобланади. Бунда $к_3$ коэффициенти 1,5 га тенг қилиб олинади.

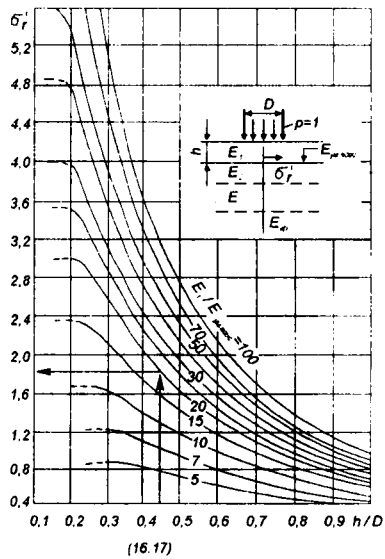
16.5. Йўл тўшамасининг боғланган қатламларида чўзувчи ва силжитувчи кучланишларга текшириш

Йўл тўшамаси эгилганда унинг айрим қатламларида чўзувчи кучланишлар пайдо бўлиб, улар дарз кетиши мумкин.

Эластик ярим бўшлиқда ётган боғланган қатламдаги кучланишларни топиш учун т.ф.д. М.Б.Корсунский қўйидаги формулани таклиф этди

$$\sigma_r = \frac{4K_1 ph}{\pi D}\frac{E_1}{E_{ум.асос}}\left(1-\frac{2}{\pi}arctg\frac{h_2}{D}\right)arctg^2\frac{D}{h_2}, \qquad (16.15)$$

бу ерда p - ҳисобий автомобилдан тушган босим, МПа; бунга 1,15 динамиклик коэффиценти киритилади; K_1 - юклама таъсирининг динамиклигини ва йўл тўшамаларининг ишлаш шароитларининг бир хилмаслигини ҳисобга олувчи захира коэффиценти, у 1,3 га тенг; h - қопламанинг қалинлиги; $h_э=1,1h\sqrt[3]{E_1/E_{ум\ асос}}$ - қопламанинг эквивалент қалинлиги; E_1 - қопламанинг эластиклик модули; $E_{ум.асос}$ - қоплама остида ётган конструктив қатламларнинг умумий (эквивалент) эластиклик модули; D - ғилдиракнинг қоплама билан уриниш юзасига тенг катталикдаги доиранинг диаметри.



16.17-расм. Ғилдиракдан қопламага тушадиган босим 0,1 МПа бўлганда қатламларнинг эгилишга ишлайдиган пастки сиртларидаги чўзувчи кучланишларни аниқлаш учун номограмма.

(16.15) формула бўйича ҳисоблашлар учун номограмма бор (16.17 - расм). Бу номограмма қопламанинг нисбий қалинлиги h/D ни, қоплама материали эластиклик модулининг асос юзасидаги умумий модулга нисбати $E_1/E_{ум.асос}$ ни эгилишда доиравий юза бўйича

тақсимланган, 1МПа тенг юкламадан материалда ҳосил бўлган максимал чўзувчи кучланиш σ_r билан боғлайди.

Номограммадаги мустаҳкамлик захираси қопламанинг асос билан илашуви бўлмаган энг хавфли хол учун берилган.

Кучланиш қўйидаги тарзда текширилади:

қоплама остида ётган конструктив қатламларнинг умумий эластиклик модули $E_{ум.асос}$ номограмма бўйича топилади (16.9-расмга қ.), номограммадан фойдаланиб (16.17 - расмга қ.) маълум h/D ва $E_1/E_{ум.асос}$ лар учун бирлик юкламадан ҳосил бўлган максимал чўзувчи кучланиш σ_r^l топилади. Тўлиқ кучланиш $\sigma_r = \sigma_r^l pK$ (бу ерда K - босимнинг қопламага узатилиш хусусиятини ҳисобга олувчи коэффицент). Жуфт ғилдирак бўлганида K=0,85, якка ғилдирак бўлганида K=1.

Агар кучланиш 15.5-жадвалдаги жоиз қийматидан ортиб кетса, қопламанинг қалинлигини катталаштириш ёки асоснинг бикирлигини ошириш керак.

Оралиқ қатламда чўзувчи кучланишларни текширишда олдин номограммадан йўл тўшамасининг юқорида жойлашган қатламлари учун эластиклик модули ҳисоблаб чиқарилади, пастда жойлашган қатламлар эса эквивалент ярим бўшлиққа келтирилади.

Асфальтбетон қопламалар ҳам юқорида баён қилинган усулда (16.4-§ га қ.) махсус номограммалардан фойдаланиб текширилади.

Шуни назарда тутиш керакки, қатламлардан бирортасининг қалинлигини текширишлардан бирининг натижаси ўзгарганида тўшамани қайта ҳисоблаб текшириш зарур бўлади.

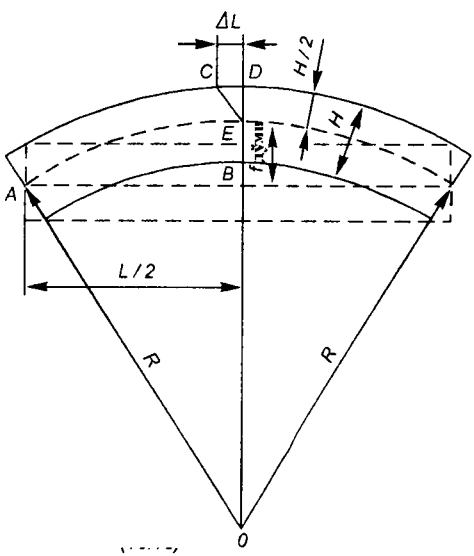
16.6. Музлашда деформациянинг олдини олиш шарти бўйича йўл тўшамасининг қалинлиги ҳисоблаш

Намнинг қишда кўчиб юриш жараёни (7.4-§да кўрилган) грунт ғовакларида намнинг тўпланишига ва музлашига олиб келади, бунинг натижасида қоплама нотекис кўтарилади ва унинг текислиги бузилади, бетон қопламаларда эса дарзлар, плиталар орасида

поғоналар ҳосил бўлади. Грунт баҳорда эриганида оғир автомобиллар ўтганида қоплама бузилади.

Йўл тўшамаларини кўпчиш деформацияларини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаш қишда йўл пойида нам тўпланиш назариясига асосланган. Йўл пойи грунтининг ва совуқдан ҳимоялаш қатламини ҳисоблаш йўли билан топилган кўпчиши қоплама учун йўл қўйилган кўпчишдан кам бўлиши керак.

Нобикир йўл тўшамаларининг бузилмасдан максимал нотекис кўпчиши кўпчиган жойда цилиндрик сирт ҳосил қилади, деган оддий фикрга асосланади. Қоплама материалининг жоиз узайиши $\varepsilon_ж$ да йўл тўшамаси кўпчишининг минимал эгрилик радиуси 16.18-расмдаги схемадан аниқланиши мумкин.



16.18-расм. Чегаравий рухсат этиладиган кўпчиш коэффициентини аниқлашга оид схема.

CDE ва ABO учбурчакларининг ўхшашлигидан

$$\frac{\Delta L}{H/2} = \frac{L/2}{R - f_{чег}},$$

бундан, $\frac{\Delta h}{H/2} = \varepsilon_ж$ эканлигини, $f_{чег}$ эса R га қараганда кичик эканлигини ҳисобга олсак,

$$R = \frac{H}{2\varepsilon_ж} \qquad (16.16)$$

бу ерда H - йўл тўшамаси тошли қатламларининг умумий қалинлиги, см.

Нотекис кўпчиш қатнов қисми умумий энининг фақат L/m қисмига тарқалади.

Қишки кўпчиш жараёнини кузатишда олинган маълумотларга кўра, гидрогеологик шароитлар нисбатан қулай бўлганида m=2, ва адрлардан ўтадиган, сизот сувлари сатҳи юқори бўлган йўл бўлакларида m=1,5.

Геометрик мулоҳазаларга кўра

$$f_{чег} = 1/4R(L/m)^2$$

Бу ифодага (16.16) тенгламадан R нинг қийматини қўйиб, қопламанинг нотекис кўпчишининг емирилишга олиб келувчи чегаравий қийматини оламиз.

$$f_{чег} = \frac{\varepsilon_{рух}}{2H}\left(\frac{L}{m}\right)^2$$

Асфальтбетон қоплама учун $\epsilon_ж$=0,0010.

Кўпчиш баландлиги йўлнинг гидрогеологик шароитлари бўйича ёнидагидан фарқ қиладиган ҳар бир бўлаги учун ҳисоблаб аниқланади. 1-тур жойлар учун намланиш шароитлари бўйича кўпчиш фақат чангсимон грунтлар бўлгандагина текширилади.

Йўл тўшамаларини музлашдан кўпчишга қарши турғунликка текширишда жоиз нотекис кўпчиш $f_ж$ йўл тўшамаси учун чегаравий қийматнинг 0,2...0,6 қисмидан ортмаслиги керак ва хамдўстлик мамлакатларидаги II ва III йўл-иқлим минтақалари учун қуйидагиларни ташкил этади:

Қопламалар	$f_ж$,см
Цементбетон монолит	3
Асфальтбетон ва йиғма цементбетон	4
Такомиллаштирилган енгиллаштирилган	6
Ўтувчи турдаги	10

7.4=§ га мувофиқ кўпчиш музлаган қатлам қалинлигида турган сув миқдори Q га боғлиқ ва қуйидагини ташкил этади

$$f_{кўпч} = 1{,}1Q$$

Q нинг қийматини П.А.Пузаков формулалари билан аниқлаш мумкин (7.4.-§ га қ.).

Сизот сувлар чуқур ётган жойларда (намланиш шароитлари бўйича 1 - ва 2- тур жойлар) $f_{кўпч}$ нинг қийматини соддалаштирилган формула бўйича топиш мумкин

$$f_{кўпч} = K_п Z_{музл}, \qquad (16.18)$$

бу ерда $Z_{музл}$ - йўл ўтказилган худудда максимал музлаш чуқурлиги, уни иншоотларнинг пойдеворларини ётқизиш учун Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида келтирилган музлаш чуқурлиги меъёрий карталари бўйича қабул қилиш мумкин. Қабул қилинган қийматни қордан тозаланадиган йўлнинг чуқурроқ музлашини ҳисобга олиш учун қўшни жойдагига қараганда 0,5 м га ошириш мумкин. Уни Н.А.Пузаков формуласи бўйича ҳам аниқлаш мумкин (7.4-§ га қ.):

$$Z_{музл} = \sqrt{2\alpha T}, \qquad (16.19)$$

α - иқлим коэффициенти, у грунтнинг музлаш тезлигини ифодалайди (7.4-§ га қ.); $K_п = \frac{100\beta\gamma K_{п100}}{\alpha}$ - грунтнинг кўпчиш коэффициенти, унинг қиймати α=100 учун 16.4-жадвалда берилган; Т - музлаш давомийлиги, сут; β - жойнинг гидрогеологик шароитларини ҳисобга олувчи коэффициент (сув четлатилиши таъминланмаган зах жойлар учун β=1,5, қуруқ жойлар учун β=1); γ - йўл пойининг турини ҳисобга олувчи коэффициент (иш белгиси ≥1 м бўлган кўтармалар учун γ=1, паст кўтармалар ва ўймалар учун γ=1,5).

16.4-жадвал

Грунтлар	А=100%да кўпчиш коэффициенти $K_п$	Критик музлаш чуқурлиги, см
Лойлар, қумоқ, қумлоқ тупроқлар.	2	80
Чангсимон оғир қумоқ тупроқлар	3,5	120
Чангсимон енгил қу-моқ тупроқлар.	3	120...130
Чангмисон оғир қумоқ тупроқлар енгил қум-лоқ тупроқлар, чангси-мон қумлар.	5 1	120...140 120...160

Агар ҳисоблаб топилган кўпчиш рухсат этилганидан ортиб кетса, йўл тўшамасига кўпчишга дучор бўлмаган (совуққа чидамли) материаллар (қум, шағал, чақиқ тош, шлак) дан қўшимча қатлам киритилиши ёки гидроизоляцион қатлам ётқизилиши керак. Бу қатлам музлайдиган грунтнинг ортиқча кўпчиш ҳосил қилувчи қисмини ўрнини босади.

Ортиқча кўпчиш ҳосил қилувчи қисм қалинлиги қўйидаги шартдан аниқланади

$$f_{ж} = \frac{Z_{музл} K_п}{100} - \frac{Z_{орт} K_п}{100},$$

бундан

$$Z_{орт} = Z_{музл} - \frac{100 f_{ж}}{K_п} \qquad (16.20)$$

Агар грунт сувининг яширин музлаш иссиқлигини ҳисобга олмасак, у ҳолда қалинликлар формуласига кўра [2-қисм, (28.14) формулага қ.], иссиқлик узатиш бўйича эквивалент бўлган икки турли материаллардан иборат қатламлар учун:

$$h_1 = h_2 \sqrt{\lambda_1 / \lambda_2},$$

бу ерда λ_1,λ_2 - йўл тўшамаси ва йўл пойи материалларининг иссиқлик узатиш коэффициентлари, $В_1/(м.К)$. Улар цементбетон учун 1,74, асфальтбетон учун 1,4...1,0, шағал ва чақиқ тош учун 1,9, ўтхона шлаки учун 0,46, қум учун 2,2, қумоқ тупроқ учун 1,8...2, қумлоқ тупроқ ва лой учун 1,6...2 ни ташкил этади. Грунтлар учун кичик қийматлар мусбат, катта қийматлар манфий ҳароратларга тегишлидир. Грунтлар нам ҳолатда, деб қабул қилинган.

Йўл тўшамаси ва совуқдан ҳимоялаш қатламининг зарур жами қалинлиги, см:

$$H_{сов} = Z_{орт} \sqrt{\lambda_1 / \lambda_2} = \left(Z_{музл} - \frac{100 f_{ж}}{K_п} \right) \sqrt{\lambda_1 / \lambda_2} \qquad (16.21)$$

Сизот сувлар баланд (ер сиртидан h чуқурликда) турганида /намланиш шароити бўйича 3-турдаги жой/ кўпчишни $f_{кўпч}$=1,1Q ифодадан топиш мумкин. Йўл пойида тўпланадиган нам миқдори Q ни Н.А.Пузаков таклиф этган (7.14) ифодадан аниқлаш мумкин.

Бу ифодада музлаш чуқурлиги $Z_{муз} = \sqrt{Z\alpha_{0^oC}T}$ эканлигини ҳисобга олиб, ва фақат грунтнинг хоссаларига боғлиқ бўлган $2K_к(W_к - W_o)$ кўпайтмани I билан белгилаб (7.14) ни қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$f_{купч} = \frac{1{,}1I}{\alpha_{0^oC}}\left(H_{с.ч.}\ln\frac{H_{с.ч}}{H_{с.ч.} - Z_{муз}} - Z_{муз}\right)\varphi, \qquad (16.22)$$

бу ерда $H_{с.ч.}$ - сизот сувлари сатҳининг қатнов қисми сиртидан чуқурлиги;

φ=0,7 коэффициент музлаш зонасининг турли чуқурликларида муз қатламчаларининг нотекис ҳосил бўлишини ҳисобга олиш учун киритилган. Қумлоқ тупроқлар учун I тахминан 50, лой учун 300.

Қоплама тош қисмининг ва совуқдан ҳимоялаш қатламининг зарур жами қалинлиги, $f_ж = K_п Z_{муз}/100$ эканлигини ҳисобга олиб, (16.19) тенгламадагига ўхшаш қуйидаги ифодадан топилади

$$H_{сов} = \frac{100\left(f_{купч} - f_ж\right)}{K_п}\sqrt{\lambda_1/\lambda_2}\,, \qquad (16.23)$$

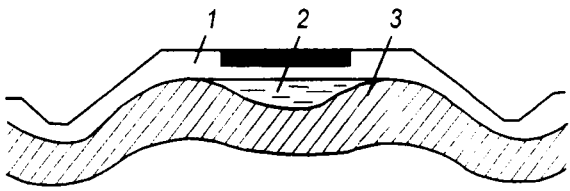
бу ерда λ_1, λ_2 - йўл тўшамаси ва грунтнинг иссиқлик ўтказиш коэффициентлари.

16.7. Йўл тўшамасидаги зах қочириш қатламларининг қалинлигини ҳисоблаш

Қиш фаслида намнинг грунтнинг иссиқ қатламларидан музлаш чегарасига кўтарилиш жараёнлари сабабли йўл тўшамасининг совуқдан ҳимоялаш қатламида ва тўшама қатламда сув тўпланиб, у муз линзалари ва қатламлари ҳосил қилади. Гидрогеологик шароитлари ноқулай бўлган участкаларда унинг миқдори /7.11-тенгламага қ./ нисбатан кўп бўлиши мумкин.

Баҳорда қора рангли қатнов қисмининг тагидаги грунт қор билан қопланган йўл четларидаги грунтга қараганда тезроқ муздан тушади. Қишда намнинг кўчиши натижасида грунтга тўпланган сув юқорига қумли асосга сиқиб чиқарилади. Музлаган грунт сирти ботиқ шаклга кириб, чуқурча ҳосил қилади; муз линзалари эриганида пайдо

бўладиган сув пастга сизиб ўтаолмаганидан шу чуқурчаларда тўпланади (16.19-расм).



16.19-расм. Йўл пойининг нотекис эриши: 1 - эриган грунт; 2 - эриб ўта намланган грунт; 3 - музлаган грунт.

Автомобиллар ўтганида ўта намланган тўшама грунтда гидродинамик босимлар ҳосил бўлади, грунтнинг силжишга қаршилиги пасаяди, бу эса йўл тўшамасининг бузилишига сабаб бўлиши мумкин. Шунинг учун йўл тўшамаси конструкциясида муздан чиққан сувни яхши ўтказувчи материаллар - қум, чақиқ тош, эланган шағалдан қурилган зах қочириш қатламлари бўлиши лозим. Бундай материалларнинг фильтрлаш коэффициенти камида 1 м/сут бўлади.

Зах қочирувчи қатламлар қалинлигини ҳисоблаш услубиятини проф. А.Я.Тўлаев таклиф этган. Бу услубият зах қочирувчи қатламларнинг энг мураккаб баҳор фаслида ишлашидан келиб чиқади, бу вақтда қатнов қисмининг ўртаси остидаги асос муздан тушган бўлади, четларида эса музлаган ҳолатда бўлади ва сув четлатиш қурилмалари ишламайди.

Эриш даврида йўл тўшамаси асосига тушадиган сув миқдори қатнов қисми остидаги грунтнинг ва йўл четларининг эришида ажралиб чиққан сувдан, шунингдек баҳорги ёғингарчиликда грунтнинг сирт қатламларига қопламанинг дарзлари ва чоклари орқали ҳамда йўл четларидан сизиб ўтган сувдан ташкил топади. Қатнов қисми остида йўл пойи грунтининг эриш тезлиги II ва III йўл-иқлим зоналарида кунига 5 см ни ташкил этади. Йўл четларининг эриш тезлиги кам ва ўртача 3 см ни ташкил этади. Бунинг натижасида қатламлардаги чуқурчадан эриган муз сувини четлатиш иқлим районларига қараб 3...6 кунга кечикади. Шунинг учун зах қочирувчи қатламдаги қум ғоваклари шу даврда тўпланган ҳамма сувни жойлаштиришга етарли бўлиши керак.

Йўл пойининг эриган грунти оқувчанлик чегарасидаги намликнинг тахминан 0,75 га тенг сув миқдорини тутиб туради. Шунинг учун ажралиб чиққан сувнинг ортиқчаси юқорига - қумли асосга сиқиб чиқарилади. Ҳар бир конкрет участкада ажралиб чиққан ва йўл қопламаси ҳамда йўл четидан кирадиган сув миқдорини аниқлаш қийин бўлганлигидан, ҳисоблашларда асосга бир суткада кирадиган сув оқимининг ўртача қийматлари q|л/(м^{2}сут)| дан фойдаланилади.Йўлнинг 1 м^2 қатнов қисмидан суткасига йўл тўшамасининг ғовак асосига кирадиган сув миқдори (литр ҳисобида) 16.5-жадвалда кўрсатилган.

16.5-жадвал

Йўл-иқлим минтақаси	Намланиш характери бўйича жойнинг тури	Асосга тушадиган сувнинг ҳажми			
		Ночангсимон енгил қумлоқ тупроқ,чангси -мон қум	Ночангсимон қумоқ тупроқ, лой	Чангсимон қумоқ тупроқ	Чангсимон қумлоқ тупроқ
II	1	15/2,5	20/2	35/3	80/3,5
	2	25/3	50/3	80/4	130/4,5
	3	60/3,5	90/4	130/4,5	180/5
III	1	10/1,5	10/1,5	15/2	30/3
	2	15/2	25/2	30/2,5	40/3
	3	25/2,5	40/2,5	50/3,5	60/4
IV ва V	3	20/2	20/2	30/2,5	40/3

Эслатма: Суратда баҳорги эришнинг бутун даври учун сувнинг умумий ҳажми Q(л/м^2), маҳражда сувнинг солиштирма ҳажми q |л/(м^2.сут)|.

Қумли асосларни ҳисоблашда суткада келадиган ўртача сув миқдорига тузатиш коэффициентлари киритилади, улар эриш ва ёмғир ёғиши бир хилда бўлмаслиги $K_п$ ни ва йўлдан фойдаланиш жараёнида ифлосланиши натижасида қумнинг фильтрациялаш хусусиятининг пасайишини (K_2) ҳисобга олади (гидрологик заҳира коэффициенти). $K_п$ нинг қиймати грунт, иқлим зонаси ва намланиш

турига кўра 1,3...1,7 ни ташкил этади. Ночангсимон грунтлар учун K_2=1, чангсимон грунтлар учун 1,1...1,3 га тенг.

Йўл тўшамасини лойиҳалашнинг дастлабки босқичида қумли асоснинг қалинлиги конструктив ёки совуққа чидамлилик нуқтаи назаридан белгиланади. Сўнгра тўшама эриш бошланган даврдан зах қочириш қурилмаларининг ишлай бошлаган давригача кирадиган сувни ўз ғовакларида жойлаштира олишга ва сувни қумли қатлам орқали четлатиш имкониятига текширилади. Бунда шуни назарда тутиш керакки, ғовакларнинг сувга тўлиқ тўлиши қумли қатламнинг пастки қисми учун рухсат этилади. Қатламнинг юқориги қисмида қум фақат капиляр сувга тўйиниш ҳолатида туриши лозим, чунки акс ҳолда ўтаётган автомобилларнинг динамик таъсири натижасида қум қатламида тиксотроп ҳодисалари юз бериши мумкин. Шунинг учун қумли асоснинг заҳира қалинлиги $h_{қўш}$ кўзда тутилиши зарур, шу заҳира чегарасида фақат капиляр намлик туриши мумкин. Бу намлик қатламда баландлик бўйича бир текис тақсимланмаганлигидан қумли қатламнинг қўшимча қисмидаги ғоваклари ўртача улар ҳажмининг 0,7 қисмига тўлдирилган деб ҳисобланади.

Сувнинг нотекис киришини ва лойқаланишини ҳисобга олганда қумли қатламга кирган сув миқдори |м^3/(м^{2}сут)| қўйидагича ҳисобланади:

$$q_р = qк_н к_т / 100.$$

Қўшимча қатламда эриш бошланганига қадар бўлган нам миқдори қумли қатламнинг иш қисмини аниқлашда ҳисобга олинади.

Шундай қилиб, қумли қатламнинг қалинлиги камида қўйидагича бўлиши керак:

$$h = \frac{1}{1-\varphi_{кеш}}\left[\frac{Tqк_n к_c}{n} + h_{қум}(1-\varphi_к)\right] \qquad (16.24)$$

бу ерда Т - йўл тўшамаси остидаги грунтнинг ва йўл четларининг эриши бошланиши билан сувни асосдан зах қочириш қурилмалари орқали чиқариш бошланиши орасидаги кунлар сони: h - қумли қатламнинг ғоваклик коэффициенти; $\varphi_{кеш}$ - баҳорги эриш бошланиши арафасида қумли қатламнинг сувга тўлиш коэффициенти, қумнинг

ғоваклиги ва зах қочирувчи қатламнинг қалинлигига қараб йўл-иқлим 2 зонасидаги йўллар учун 0,3...0,7 ни ташкил этади. Кичик қийматлар қатлам қалинлиги ва ғовакликнинг катта қийматларига тегишли; $\varphi_к$ - қумли асос қўшимча қатламининг капилляр сув билан тўлиш коэффициенти ғовакларнинг баландлик бўйича сув билан бир текис тўлмаслигини ҳисобга олган ҳолда 0,7 га тенг қилиб олинади.

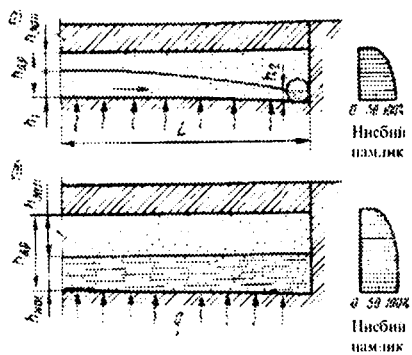
Қумли асоснинг йўл пойи эриган грунтидан кираётган сувни ўзидан етарлича ўтказа олиш қобилияти q|л(м²сут)| текширилади.

Сувнинг ботиқ жойдан сизиши сувга тўйинган қатламда ҳам,капилляр тўйинган зонада ҳам содир бўлади (16.20-расм).

Сувга капилляр тўйиниш зонасидаги силжиш ишончлилик захирасига кирмайди. Қумли асоснинг унга тўшама грунтдан кирадиган сувни четлатишда ўтказиш қобилиятини ҳисоблаш учун Дарси тенгламасидан фойдаланиш мумкин. Сув ўсиш қия бўлганда сув текис ҳаракатланиб, унинг сарфи х узунлик бўйича ортиб борганда қумли қатламнинг ўтказиш қобилияти текисликдаги масала каби ҳисобланади

$$Q = \kappa h\left(i - \frac{dh}{dx}\right), \qquad (16.25)$$

бу ерда Q - эни 1 м бўлган зах қочирувчи қатлам полосасининг ўтказиш қобилияти, м³/сут; к - қумнинг фильтрация коэффициенти, м³/сут; i - суватирак қиялиги, бирнинг улушларида; h - қумдаги сув қатламининг ўзгарувчан қалинлиги.



16.20-расм. Йўл тўшамасининг зах қочирувчи қатламларини ҳисоблашга оид схема:
а - қурутиш усули билан;
б - тўплаш усули билан.

Эни 1 м бўлган полосага келадиган сувнинг умумий оқими

$$Q=qx,$$

бу ерда q - зах қочирувчи қатламнинг 1 $м^2$ юзига ҳисобий йил даврида кирадиган сувнинг солиштирма оқими, $м^3$/сут; x - йўл ўқидан бошлаб ўлчанган сувнинг силжиш масофаси.

Q учун келтирилган ифодаларни ўзаро тенглаштириб, дифференциал тенглама ҳосил қиламиз:

$$\frac{q}{\kappa}xdx = ihdx - hdh, \qquad (16.26)$$

Тенгламани x учун 0 дан L гача ва h учун h_1 дан h_2 гача интеграллаб ҳосил қилинган ифода қумнинг зарур фильтрациялаш коэффициентини аниқлашга ёки, аксинча, қурилиш районидаги мавжуд қумнинг фильтрация коэффициентидан келиб чиқиб, қумли асоснинг белгиланган қалинлигининг етарлилигини текширишга имкон беради:

$$\frac{q}{2r}L^2 = i\left(\frac{2h_1 + h_2}{3}\right)L + \frac{h_1^2 - h_2^2}{2} \qquad (16.27)$$

Сизаётган сув оқимининг чуқурлиги h_2 одатда 0,05 м га тенг қилиб олинади.

16.8 Йўл тўшамасининг қалинлигини ҳисоблашнинг ҳорижда қўлланиладиган усуллари

Нобикир йўл тўшамаларининг қалинлигини ҳисоблашнинг ҳорижда қўлланиладиган кўпгина усулларини қўйидаги уч гуруҳга келтириш мумкин.

1.Йўл тўшамасининг қалинлигини ҳисоблашда йўл қопламасининг рухсат этилган эгилишига асосланади: бу эгилиш кўп қатламли тизимлар учун эластиклик назарияси тенгламаларидан фойдаланиб ва тажрибалар асосида турли усуллар билан ҳаракат интенсивлигининг таъсирини ҳисобга олиб аниқланади.

Баъзан кўп қатламли тўшамалар икки қатламга келтирилиб, ҳамма қатламларнинг қалинликларини ҳисобга олган ҳолда уларнинг ўртачалаштирилган эластикликлари олинади.

2.Йўл тўшамалари эквивалент қалинликларининг қурилган йўлларнинг ҳизматини ҳисобга олиш ва тажриба участкаларида ўтказилган махсус тадқиқотлар асосида тузилган графиклардан фойдаланилади. Суткалик ҳаракат интенсивлиги ёки таъмирлаш даврлари орасида йўлдан ўтиши керак бўлган умумий автомобиллар сонига қараб йўл тўшамасининг келтирилган қалинлиги аниқланади. Алоҳида қатламларнинг зарур қалинлиги турли материаллардан ташкил топган қатламларни эквивалент қалинликка келтириш коэффициентларини ҳисобга олган ҳолда танланади. Бир қанча ҳолларда бундай графикларни қуриш учун ўтказилган тажрибалар жуда кенг бўлиб, улар махсус қурилган синов полигонларида оғир автомобиллар колонналарини узоқ муддат ўтказиб қўйиб, йўл қопламаси тўла емирилгунча ўтказилган (штатлар йўл ташкилотлари ходимларининг Америка ассоциацияси AASHO ташкил қилган синовлар - «Эйшо тажрибаси»).

Шунингдек, АҚШ муҳандилик қўшинлари Корпуси, АҚШ фуқаро авиацияси Бошқармаси, «Шелл» фирмаси, АҚШ асфальт институтининг графиклари маълум.

3.Турли ҳаракат жадалликлари учун тенг мустаҳкам йўл тўшамалари намунавий конструкцияларининг альбомларидан фойдаланиш; қурувчилар йўл пойининг берилган мустаҳкамлигини таъминлаши шарт. Бу мустаҳкамлик йўл тўшамасини ётқизиш олдидан текширилиб, катъий назорат қилинади (Япония, Германия, Франция).

Грунтларнинг мустаҳкамлигини тавсифлаш учун ўзига хос CBR кўрсаткичлардан кенг фойдаланилади («Си-би-ар» California Bearing Ratio - кўтариб туриш қобилиятининг калифорния сони).

CBR цилиндрик штампни грунтнинг ёки конструктив қатламнинг бошқа материалидан цилиндр шаклида шиббалаб тайёрланган баландлиги ва диаметри 20 см ли намунасига ботириш йўли билан аниқланади. Диаметри 5 см бўлган штамп 1,25 мм/мин тезликда 2,5

см чуқурликда ботирилади. Ўлчанган босимнинг 100 га бўлинмаси грунтнинг мустаҳкамлигини тавсифловчи кўрсаткич сифатида қабул қилинади. Кўпинча грунт 4 сутка давомида сув билан капилляр тўйинтириш йўли билан намланади. Баъзи мамлакатларда, айниқса, жазирама иссиқ мамлакатларда грунт намуналарини намлаш усули ўзгартирилади. Бундай синов аслида лаборатория шароитдарида ҳамма метариаллар учун ўзгармас чуқурликда ботириш йўли билан деформация модулини аниқлаб бўлиб, мустаҳкамликнинг шартли тавсифини беради. Топилган модул йўл тўшамасининг асосидаги грунтнинг шунга ўхшаш кўрсаткичларидан жиддий фарқ қилиши мумкин.

17 - БОБ

БИКИР ЙЎЛ ТЎШАМАЛАРИ ВА АСОСЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

17.1. Бикир йўл тўшамаларининг ишлаш хусусиятлари

Бикир йўл тўшамаларига цементбетон (бундай буён бетон қоплама деб юритамиз) ва темирбетон қопламалар ва асослар киради, улар автомобилдан тушган юклама таъсирида эгилганида ҳосил бўлган чўзувчи кучланишларга яхши қаршилик кўрсатади. Бетон қопламалар автомобил босимини катта юзага тақсимлаб, тўшама грунтга нисбатан кам босим узатади. Шунга қарамасдан, бетон қопламаларнинг мустаҳкамлиги грунт қаршилигининг плитанинг бутун остки юзасига бир ҳил тақсимланишига боғлиқ. Қум қатламини ёки йўл пойи грунтини нотекис шиббаланганда грунт нотекис чўкиб, плитанинг бир қисми грунтга таянмасдан осилиб қолади, бунинг натижасида ундаги кучланишлар ҳисобий кучланишларга нисбатан ортиб кетади.

Бетон қопламаларнинг қалинлигини ҳисоблашда қопламаларнинг ўзининг ишлаши билан боғлиқ бўлган бир қанча омилларни, шунингдек, қурилиш материали бўлган бетоннинг хоссаларини ҳисобга олишга тўғри келади. Бетон плиталарда ўтаётган автомобиллардан тушадиган кучланишлардан ташқари, ҳарорат кучланишлари юзага келади. Бундай кучланишлар пастки ва юқориги сиртлардаги ҳароратлар фарқи туфайли тоб ташлашга плиталарнинг ўз оғирлиги ва ўзаро поналанишининг қаршилик кўрсатиши натижасида пайдо бўлади.

Шунинг учун бетон қопламаларнинг қалинлиги ҳарорат ўзгаришларидан ва ташқи юкламалар таъсирида юзага келадиган жами кучланишлар бўйича ҳисобланади. Бунда берилган ҳаракат интенсивлигида ва ҳисобий юкламаларда қопламанинг хизмат муддатида унда фақат айрим дарзлар пайдо бўлишига йўл қўйилади.

Бундан ташқари, бетонда рухсат этиладиган кучланишларни белгилашда шуни назарда тутиш керакки, уларнинг қиймати катта

бўлганда такрорий юкланишлар таъсирида бетоннинг толиқиши интенсив ривожланиб, плиталарда дарзлар пайдо бўлади.

Бетон қопламалар ва асослар учун мустаҳкамлиги 17.1-жадвалда /ГОСТ 26683-85/ берилган йўлбоп бетонлар тавсия этилади.

Бетон қопламалар ва асослар учун ҳисобий юкламалар нобикир йўл қопламаларини ҳисоблашдагидек қабул қилинади. Қопламалар учун динамик коэффициент 1,25 киритилади.

17.1-жадвал

Конструктив қатламлар	Мустаҳкамлиги бўйича бетоннинг лойиҳа класслари		Эластиклик модули $E^{o}10^{3}$, МПа
	Эгилишдаги чўзилиш	Сиқилиш	
Бир қатламли қопламалар, юқориги қатлам икки қатламли	Ри 50/Ри45	В30/В27,5	33/31
Пастки қатлам икки қатламли	Ри 40/Ри35	В22,5/В20	29/26,5

Эслатма: Маҳражда бетоннинг мустаҳкамлиги I ва II тоифа йўллар учун, маҳражда III тоифа йўллар учун берилган.

17.2. Плиталарни ташқи юкламалар таъсирига ҳисоблаш

Бикир йўл қопламаларини ташқи юкламалар таъсирига ҳисоблаш учун эластик асосда ётган тўсинлар ва плиталар назариясидан фойдаланилади. Бу назариянинг яратилишига акад. А.М.Крилов, профессорлардан М.И.Горбунов-Посадов, Б.Н.Жемочкин, А.Киселев, Б.Г.Коренев, И.А.Медников, А.П.Синицин, О.Я.Шехтер ва бошқа тадқиқотчилар анча катта ҳисса қўшдилар.

Бетон плиталарнинг қалинлигини ҳисоблаш борасида таклиф этилган кўпгина усуллар плитанинг юклама остида эгилишини асос сиртининг чўкиши билан боғловчи умумий диференциал тенгламадан келиб чиқади. Турли муаллифларнинг ечимлари бир-биридан шу

билан фарқ қиладики, уларда грунт қаршилигини тавсифловчи функцияларнинг хар ҳили қабул қилинган.

Фусс-Винклернинг тўшак тўшама коэффициенти гипотезасидан энг кўп фойдаланилади, бу гипотезага кўра асоснинг плитага реактив босими қаралаётган нуқтада унинг чўкишига мутаносиб, яъни p=ky. Шунингдек, эластиклик модули билан тавсифланадиган чизиқли деформацияланадиган ярим бўшлиқ гипотезаси кенг тарқалган.

Ҳали у ёки бу усулга афзаллик бериш қийин, шунга қарамасдан, грунтнинг мустаҳкамлик тавсифлари тўғри белгиланганида турли усуллар билан ҳисоблаш натижалари бир-бирига жуда яқин бўлади ва ҳисоблаш формуласини танлаш ундан фойдаланиш қулайлиги билан белгиланади.

Шу боисдан турли муаллифлар таклиф этган бетон плиталарни ҳисоблаш усулларида фойдаланиладиган бикирлик ифодалари хам турлича.

Бетон қопламаларнинг қалинлигини ҳисоблашда ғилдиракдан тўғри тўртбурчак шаклли плитага тушадиган юкламанинг учта ҳисобий схемаси бўлиши мумкин: плита марказига, плита бурчагига ва четига.

Бетон қопламалар плитаси четига юклама таъсир этганида унда энг катта кучланишлар ҳосил бўлади. Бироқ, бир қанча ҳолларда қалинликни ҳисоблашда юклама плитанинг марказий қисмига қўйилади, юкламалар плита бурчагига ёки четига қўйилганда ҳосил бўлган моментлар эса тажрибага асосланиб ёки назарий топилган тузатиш коэффициентларини киритиш йўли билан аниқланади.

Эластик асосда ётган плиталар, профессор М.И.Горбунов-Посадов бўйича, қуйидаги s кўрсаткичнинг қийматига қараб, бикирлиги бўйича учта тоифага бўлиниши мумкин:

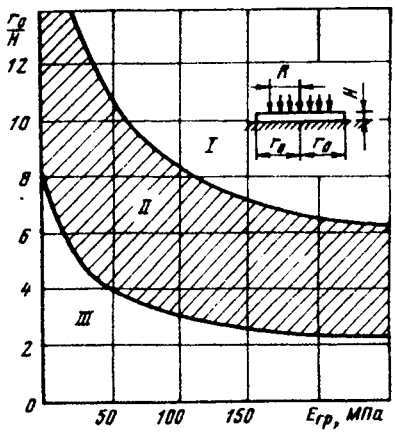
$$s = \frac{3E_{гр}\left(1-\mu_{гр}^2\right)r_o^3}{E_б H^3\left(1-\mu_б^2\right)}, \qquad (17.1)$$

бу ерда $E_{гр}$, $\mu_{гр}$ - грунт асоснинг эластиклик модули ва Пуассон коэффициенти; $E_б$, $\mu_б$ - худди шунинг ўзи бетон плита учун; H – плитанинг қалинлиги; r_o - доиравий плитанинг радиуси ёки тўғри тўртбурчак плитанинг энг кичик томонининг ярми.

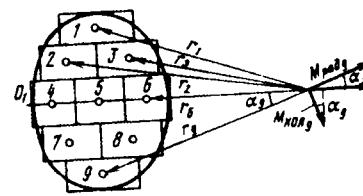
Агар плита остидаги асос хоссалари бўйича бир-биридан фарқ қиладиган бир нечта қатамлардан иборат бўлса, у холда $E_{гр}$ ўрнига асоснинг эквивалент эластиклик модули қабул қилинади.

$s<0,5$ бўлганида плита мутлақ бикир яъни унинг хамма нуқталари юклама таъсирида бир ҳил чуқурликка чўкади ва асоснинг реакцияси бикир штамп остидагидек тақсимланади, деб ҳисоблайдилар.

$0,5 \le s \le 10$ бўлганида плитани охирги бикирликка эга тоифага киритилади, бу хол йиғма қоплмаларга хосдир, $s \ge 10$ бўлганида планда чексиз бўлганларга киритилади, яъни уларда периметр бўйича таъсир қилувчи юклама ва четларининг маҳкамланиш усуллари эгувчи моментларга, асос реакцияларига ва ўрта қисмдаги эгилишларга таъсир этмайди (17.1-расм).



17.1-расм. Плиталар тоифасини бикирлиги бўйича аниқлаш графиги: $E_б$=20000 МПа; $\mu_б$=0,16; $\mu_{тр}$=0,35; $E_{тр}$ - грунт асоснинг эластиклик модули;
I - плиталар, планда чексиз;
II - охирги бикирликдаги плита;
III - мутлоқ бикир плиталар.



17.2-расм. Юза бўйича текис тақсимланган юкламаларни тўпланган кучлар билан алмаштириш.

Қоплама четига доиравий штампнинг ярми орқали бериладиган юкламадан ҳосил бўлган кучланишларни ҳисоблашда Уэстергард формуласидан фойдаланилади. Бу формулани Н.Н.Иванов қайта ишлаб, тўшак модулини грунтнинг эластиклик модули билан алмаштирди:

$$\sigma = 2{,}12(1+0{,}54\mu)\frac{P}{h^2}\left(\ell g\frac{h}{a}+\frac{1}{3}\ell g\frac{E}{E_o}-0{,}13\right) \qquad (17.2)$$

Бу формула бўйича ечиш учун, унга проф. И.А.Медников қўйидаги кўринишни берди

$$\sigma_к = \alpha\frac{P}{H^2},$$

α_2 коэффициентларнинг қийматлари учун жадваллар ишлаб чиқилган, улар H/P ва $E_б/E_{тр}$ нисбатларга боғлиқ (17.2-жадвал). 17.2-жадвалда, шунингдек плитанинг бурчагига қўйилган юкламадан ҳосил бўлган кучланишларни аниқлаш учун шунга ўхшаш формулада α_3 коэффициентининг қийматлари берилган.

Юклама етарлича катта ўлчамли плитанинг ўрта қисмига қўйилган, эгилиш тўлқини четларига етиб бормайдиган хол учун эластик асосда ётган чексиз плитага оид назарий ечимдан фойдаланилади, уни О.Я.Шехтер таклиф этган. Бетон плитага доиравий юза бўйича тенг тақсимланган тўпланган куч ёки юклама таъсир этганида плитада радиал ва ҳалқасимоон моментлар ҳосил бўлади. Бу моментларнинг қиймати юклама миқдорига ва плитанинг қуйидаги кўрсаткич билан тавсифланадиган бикирлигига боғлиқ.

$$a = \frac{1}{H}\sqrt[3]{\frac{6E_{тр}(1-\mu_б)^2}{E_б(1-\mu_{тр})^2}} = \frac{1}{H}\sqrt[3]{\frac{6E_{тр}}{E_б}} \qquad (17.3)$$

Ифода шунинг учун соддалаштирилганки, таркибида $\mu_б$ в $\mu_{тр}$ лар бўлган ҳадларнинг нисбатидан иборат куб илдиз қиймати 1 га яқин.

17.2-жадвал

$E_б/E_{тр}$	H/R нисбат учун α_2 нинг қийматлари				
	2	1,6	1,2	0,8	0,5
1000	2,51	2,29	2,00	1,60	1,19
500	2,26	2,03	1,75	1,39	0,98
200	1,97	1,73	1,49	1,13	0,69
100	1,73	1,54	1,29	0,92	0,50

$E_б/E_{тр}$	H/R нисбат учун α_3 нинг қийматлари				
	2	1,6	1,2	0,8	0,5
1000	2,26	2,13	1,95	1,66	1,34
500	2,11	1,97	1,75	1,49	1,14
200	1,92	1,76	1,57	1,28	0,87
100	1,76	1,62	1,41	1,08	0,69

Эни 1 га тенг полосага таъсир этувчи эгувчи моментлар қуйидаги формулалар билан ҳисобланади:

а) R радиусли доира бўйича тенг тақсимланган юкламадан:

радиал момент

$$M_{рад} = \frac{CP(1+\mu_б)}{2\pi aR}; \qquad (17.4)$$

б) тўпланган кучдан:

радиал момент

$$M_{рад} = (A + \mu_б B)P;$$

ҳалқасимон момент

$$M_{хал} = (B + \mu_б A)P; \qquad (17.5)$$

бу ерда P - тўпланган юклама ёки текис тақсимланган босимнинг тенг таъсир этувчиси, Н; $\mu_б$ - бетон учун Пуассон коэффициенти; C-aR кўпайтмага боғлиқ бўлган коэффициент; A,B - ar кўпайтмага боғлиқ бўлган кўрсаткичлар; r - тўпланган куч қўйилган нуқтадан кучланиш аниқланадиган нуқтгача бўлган масофа, см.

(17.4) формулада $P=p\pi R^2$ (бу ерда p - текис тақсимланган юкламанинг интенсивлиги).

A, B, C кўрсаткичларнинг қийматлари 17.3-жадвалда келтирилган.

17.3-жадвал

$a\,r$ ва aR	Кўрсаткичларнинг қийматлари			ar ва aR	Кўрсаткичларнинг қийматлари		
	A	B	C		A	B	C
0,05	-	-	0,091	1,4	0,038	-0,017	-
0,1	0,232	0.153	0,147	1,6	0,031	-0,019	0,309
0,2	0,178	0,099	0,230	1,8	0,025	-0,019	-
0,3	0,147	0,068	0,275	2,0	0,021	-0,020	0,263
0,4	0,124	0,647	0,313	2,2	0,017	-0,019	-
0,6	0,093	0,021	0,352	2,4	0,014	-0,108	-
0,8	0,078	0,004	0,367	2,6	0,012	-0,017	-
1,0	0,058	-0,006	0,364	2,8	0,010	-0,016	-
1,2	0,407	-0,013	0,353	3,0	0,008	-0,014	-

Ғилдираклардан тушадиган юкламадан ҳосил бўладиган моментларни ҳисоблашда тенг катталикдаги доиравий юза бўйича тақсимланган юкламага оид формуладан фойдаланилади.

Йўл қопламалари ва асосларни конструкциялашда уларни кўпинча йўл ғалтакларидан тушадиган, кўп ғилдиракли трейлерлар ёки гусеницали юк ташигичлардан тушадиган юклама таъсири бўйича ҳисоблашга тўғри келади, бунда доиравий штамп учун мўлжалланган формулани қўллаб бўлмайди. Бундай ҳолларда бир қанча тўпланган кучлардан ҳосил бўладиган кучланишларни қўшиш усулидан фойдаланилади. Юкламанинг қоплама билан уриниш юзасида тақсимланган босимни ажратилган юзачаларнинг оғирлик марказларига қўйилган бир қанча тўпланган кучлар билан алмаштирилади (17.2 - расм.). Кучланишлар аниқланиши керак бўлган нуқтадаги, қопламанинг эни 1 га тенг бўлган полосасига таъсир этувчи эгувчи момент барча тўпланган кучлар юзага келтирган радиал ва ҳалқасимон эгувчи моментларнинг геометрик йиғиндиси тарзида ҳисоблаб топилади.

Турли кучлар ҳосил қилган моментларнинг ташкил этувчиларини аниқлашда эгувчи моментларнинг проекцияларини аниқлаш билан бирга бу моментлар таъсир этаётган қоплама

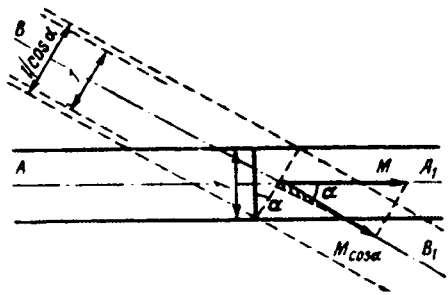
полосаларини ҳам ҳисобга олишга тўғри келади (17.3 - расм). Қопламанинг эни 1 га тенг бўлган AA_1 полосасига эгувчи М момент таъсир этаётган бўлсин. Бу моментнинг α бурчак остида жойлашган BB_1 йўналишига проекцияси Мcosα га тенг, бунда полосанинг бу момент қўйилган эни 1/cosα ўлчамгача ортади. Шунинг учун эни 1 га тенг бўлган полосага таъсир этаётган ҳисобий момент AA_1 йўналишда қўйидагига тенг:

$$M_{\cos}\alpha : \frac{1}{\cos\alpha} = M\cos^2\alpha$$

Шу сабабдан йиғинди моментни аниқлаш формуласи қўйидаги кўринишда бўлади

$$M_{эг} = M_{рао}\cos^2\alpha + M_{хал}\sin^2\alpha\,, \qquad (17.6)$$

бу ерда α - моментлар таъсир этаётган йўналишдаги ўқ билан куч қўйилган нуқтани кучланишлар аниқланаётган нуқта билан бирлаштирувчи чизиқ ҳосил қилган бурчак.



17.3-расм. Плитага бир нечта юклама таъсир этганида йиғинди моментни аниқлашга оид схема.

20° дан ошмайдиган α бурчакларда катта хатоларсиз радиал эгувчи моментларни, уларнинг проекцияларини ҳисобга олмасдан қўшишнинг ўзи кифоя қилади.

Йиғма бетон қопламаларнинг олти ёқли ёки тўғри тўртбурчак шаклдаги кичик плиталарини ҳисоблашда, одатда, чекли бикирликдаги плиталар қаторига кирувчи плиталарни ҳисоблаш усулларидан фойдаланилади. Ҳисоблашни юзи бўйича тенг катталикдаги, марказида юкланган доиравий плитага тадбиқан олиб борилади, бунда эластик асосда ётувчи доиравий плиталарни

ҳисоблаш учун тузилган жадваллардан фойдаланилади, бу жадвалларни т.ф.д. М.И.Горбунов-Посадов тузган.

Чекли бикирликдаги ва чексиз бикирликдаги плиталар марказида доиравий юза бўйича тақсимланган юкламадан ҳосил бўлган моментлар r радиусли доиравий плита марказида қўйидагига тенг:

$$M_r = M_{хал} = (M_A + M_B)P, \qquad (17.7)$$

бу ерда $P=\pi pR^2$-R радиусли доира бўйича текис тақсимланган юкламанинг тенг таъсир этувчиси; M_A, M_B - плитанинг бикирлик кўрсаткичи s ва R/r нисбатга боғлиқ бўлган кўрсаткичлар, уларнинг қийматлари 17.4 ва 17.5 - жадвалларда келтирилган.

17.4-жадвал

s	M_A	s	M_A	S	M_A
<0,05	0	1	-0,056	3	-0,074
0,5	-0,052	2	-0,066	5	-0,080
				10	-0,108

17.5-жадвал

	s қўйидагича бўлганда M_B нинг қийматлари			R/r	s қўйидагича бўлганда M_B нинг қиймати	
R/r	<0,5	>0,5			<0,5	>0,5
0,005	0,532	0,571		0,05	0,318	0,358
0,01	0,468	0,507		0,075	0,2 80	0,320
0,02	0,403	0,443		0,10	0,254	0,293
0,03	0,366	0,405		0,15	0,215	0,255
0,04	0,339	0,378				

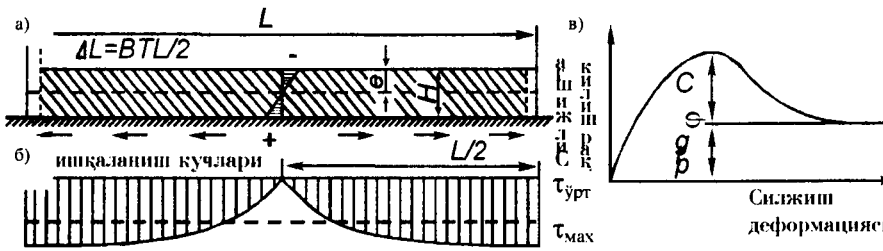
17.3. Бикир йўл тўшамаларини ҳарорат кучланишларига ҳисоблаш

Ҳарорат кучланишлари бикир йўл тўшамаларида қизиш ёки совиш натижасида плитанинг узунлиги ўзгарганида плитанинг

грунтга ишқаланишида грунтнинг силжишига қаршилигидан, шунингдек, ҳарорат плита қалинлиги бўйича бир текис тарқалмаганида ўзаро поналанганлигидан ва ўз оғирликларининг қарши таъсиридан тоб ташлай олмасликлари натижасида ҳосил бўлади. Ҳарорат кучланишларини камайтиришга қаратилган конструктив тадбирлар плита ўлчамларини бу кучланишлар катта бўлмайдиган қийматларгача чеклаш ва плитанинг асосга ишқаланишини камайтиришдан иборат.

Бетон аралашма ётқизилганида жадал шиббалаш натижасида алоҳида чақиқ тошлар асосга ботиб киради ва бетон тўшаманинг пастки сирти ғадир-будур бўлиб чиқади. Плита ҳарорат таъсирида сиқилганда ёки кенгайганда унинг маркази жойида қолади, четлари эса $\Delta L = \beta TL/2$ га силжийди, деб ҳисоблаш мумкин (бу ерда β - ҳароратдан узайиш коэффициенти ; Т - плита ўртача ҳароратининг ўзгариши). Деформация плитанинг ўртасидан четларига қараб аста-секин ўса боради. Плита силжий олиши учун ўзининг уриниш юзаси орасидаги ишқаланиш қаршилигини енгиши керак.

Грунтнинг қаршилиги силжиш деформациясига боғлиқ ва бирор чегарагача парабола қонуни бўйича ўсади (17.4-расм).



17.4-расм. Плитанинг узунлигини аниқлашга оид схема: а- плита тагида ишқаланиш кучларининг юзага келиши; б- плита узунлиги бўйича грунтнинг силжишга қаршилиги эпюраси; в- деформация ўса бориши билан силжишга қаршиликнинг ўзгариши.

Плита четларида грунтнинг силжишга қаршилиги мумкин бўлган энг катта қийматигача етади, деб ҳисоблаш мумкин:

$$\tau_{max} = ptg\varphi + c, \qquad (17.8)$$

бу ерда р - плитанинг грунтга босими, Нγ га тенг, МПа; γ - плитанинг солиштирма оғирлиги, Н/м^3; Н - плитанинг қалинлиги, м; φ - ички ишқаланиш бурчаги; с - грунтнинг илашиши, МПа.

Бетондаги энг катта кучланишлар қоплама плиталари кучли қизиган ёки совиган даврларда ҳосил бўлганлигидан с ва φ нинг қийматларини грунтнинг намлиги кам бўлмаган ҳолати бўйича қабул қилаш керак.

Параболанинг ҳоссалари бўйича плитанинг грунт билан уриниш юзасидаги қаршиликнинг ўртача қиймати

$$\tau_{ур} = 0{,}7\tau_{\max}, \qquad (17.9)$$

ва, бинобарин, плитанинг силжишига грунтнинг йиғинди қаршилиги

$$F = \tau_{ур} BL = 0{,}7BL\tau_{\max}, \qquad (17.10)$$

бу ерда В - плитанинг эни.

Плитанинг қисқариши энг хавфли холдир, бунда бетонда чўзувчи кучланишлар пайдо бўлади. Силжишга қаршилик плитанинг пастки сиртига номарказий қўйилган бўлиб, энг катта чўзувчи кучланиш қўйидагини ташкил этади:

$$\sigma = \frac{F}{BH}\left(1 + \frac{6e}{H}\right) \qquad (17.11)$$

Куч қўйилган нуқтадан плита ўқигача бўлган масофа е=Н/2 эканлигини ҳисобга олсак, чўзувчи кучланишнинг энг катта қиймати қўйидагини ташкил этади

$$\sigma = \frac{2F}{BH} = \frac{1{,}4L\tau_{\max}}{H}, \qquad (17.12)$$

бундан

$$L = \frac{H\sigma_{ж}}{1{,}4\tau_{\max}} \qquad (17.13)$$

Бетон плиталарнинг силжишга қаршилигини бир қанча тадқиқотчилар бир неча бор аниқладилар. Проф. Б.С.Раев-Богословский ва проф. Г.И.Глушковнинг тажрибалари бўйича силжишга энг катта қаршилик коэффициенти қум асосларда 0,85...1,15 ни, қумлоқ грунтли асосларда 1,6...1,8 ни, битум қоғозли қатламларда 1,1...1,6 ни, чақиқ тошли асосда 2,4 ни ташкил этади.

Плитанинг сирти қуёш нурлари таъсирида қизиганида ва кечаси совиганида ҳарорат бетон қалинлиги бўйича нотекис тақсимланади. Плитанинг юқориги ва остки сиртларидаги ҳароратлар фарқи 15...20°С га етиши мумкин. Кўпроқ қизиган сирт кўпроқ чўзилади, бунинг натижасида плита тоб ташлаб, эгри чизиқли сирт ҳосил қилади. Плитанинг юқориги сирти қизиганида унинг ўрта қисми юқорига кўпчишга интилади, совиганида эса плита четлари кўтарилиб, ботиқ сирт ҳосил қилади.

Эркин тоб ташлашга плитанинг ўз оғирлиги ва уларнинг ўзаро поналаниши тўсқинлик қилганлигидан қизишга кенгайишдан ва эгилишда чокларнинг туташиб қолишидан, шунингдек, плиталарда бирлаштирувчи штирларнинг мавжудлиги натижасида қўшимча ҳарорат кучланишлари ҳосил бўлади.

Уэстергард бўйича бетон қопламаларнинг плиталарида уларнинг тоб ташлашга қаршилик кўрсатиши натижасида ҳосил бўладиган ҳарорат кучланишлари қуйидагиларни ташкил этади:

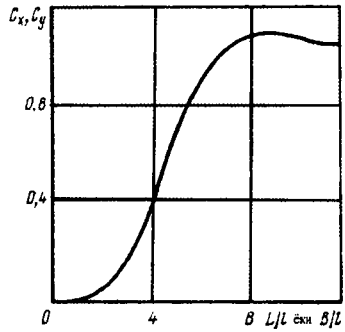
плита четида

$$\sigma_t = \frac{C_x E_б \alpha \Delta t}{2} \approx C_x \Delta t \qquad (17.14)$$

плита ўртасида

$$\left.\begin{aligned} \sigma_{t\,max} &= \frac{E_б \alpha \Delta t}{2\left(1-\mu_б^2\right)}\left(C_x + \mu_б C_y\right) = \left(C_x + \mu C_y\right)\Delta t; \\ \sigma_{t\,min} &= \frac{E_б \alpha \Delta t}{2\left(1-\mu_б^2\right)}\left(C_y + \mu_б C_x\right) = \left(C_y + \mu C_x\right)\Delta t, \end{aligned}\right\} \qquad (17.15)$$

бу ерда α - бетоннинг чизиқли кенгайиш коэффициенти; $E_б$,$\mu_б$ - бетоннинг эластиклик модули ва Пуассон коэффициенти; C_x, C_y- тез-тез тоб ташлашдан кучланишларнинг пасайиш кўрсаткичлари, улар плиталарнинг пландаги ўлчамларига ва бикирлик тавсифига боғлиқ; $\Delta t = \beta H$ - ҳароратнинг градиенти, град/см, у муътадил иқлимда 0,5 ва континентал иқлимда 0,75 деб қабул қилинади.



17.5-расм. Плиталарга тоб ташлаш имконияти бўлмаганида кучланишларни аниқлаш учун C_x ва C_y коэффициентларининг қийматлари.

C_x ва C_y ларнинг қийматлари 17-5 - жадвалда, тўғри тўртбурчак плита ўлчамлари L ва B нинг плита бикирлик тавсифи - нисбий бикирлик радиусига нисбатининг улушларида берилган

$$l = 0{,}6h\sqrt[3]{E_б / E_{умум}},$$

бу ерда $E_{умум}$ - бетон плита асосининг умумий эластиклик модули.

Уэстерград формуласи бўйича ҳисоблашларнинг кўрсатишича, ҳарорат кучланишларини бетон плиталарнинг пландаги ўлчамлари 4x4 дан ортиқ бўлганда ҳисобга олиниши керак. Томони 10 м дан ортиқ плиталар ҳатто вақтинчалик юклама бўлмаганида ҳам фақат ҳарорат кучланишларининг таъсирида ҳам емирилиши мумкин. Ташқи юклама ва ҳарорат таъсиридан пайдо бўлган кучланишларнинг йиғиндиси ҳисобий иш даврида плита бетонида толиқиш ҳодисалари кучаядиган ва дарзлар интенсив ривожланадиган қийматлардан ортиб кетмаслиги керак.

17.4. Бетон қопламаларининг қалинлигини аниқлаш

Бетон қопламаларни ҳисоблашда олдин уларнинг конструкцияси белгиланади ва плита қалинлигининг бир нечта қийматлари учун бетондаги чўзувчи кучланишлар қўйидаги формула билан аниқланади:

$$\sigma = 6\Sigma M / H^2$$

Сўнгра, чўзувчи кучланишларнинг плита қалинлигига боғлиқлик эгри чизиғини қуриб, график ясаш йўли билан, плитанинг зарур қалинлиги жоиз кучланишларга асосланиб топилади.

$$\sigma_{ж}=K_{б}K_{в}\ KoK_{т}R_{ри}. \qquad (17.16)$$

бу ерда $K_{б}$ - бетоннинг йўл қопламасида ишлаш шароити коэффициенти, у йўл плиталарининг конструктив хусусиятларини, грунт асоси мустаҳкамлигининг мавсумий ўзгаришини, плиталарнинг тоб ташлашини ҳисобга олади. Унинг қиймати плита қалинлиги 20 см бўлганда 0,80...0,85 дан, плита қалинлиги 24 см бўлганда 0,65 гача ўзгаради; $K_{в}$ - бетон мустаҳкамлигининг ўсиб боришини ҳисобга олувчи коэффициент ($K_{в}$=1,15); K_{o} - тайёрлаш технологик ҳусусиятлари ва ташишда ҳамда ётқизишда қатламланиши натижасида бетоннинг бир жинслимаслиги коэффициенти (K_{o}=0,7); $K_{т}$ - толиқишнинг ўсиш коэффициенти.

Бетондаги толиқиш ҳодисаси микродеформацияларнинг аста-секин тўпланиши ва дарзлар ҳосил бўлиши натижасида ўсади, гарчи бунда таъсир этувчи кучланишлар бетоннинг узилишга муваққат қаршилигидан анча кам бўлиши мумкин. Бетон мустаҳкамлигининг пасайишига, шунингдек, ғилдиракларнинг доим бир издан ўтиши натижасида грунт асоснинг нотекис шиббаланиши ҳам сабаб бўлади. Толиқиш коэффициенти ҳаракат жадаллигига боғлиқ. Унинг қиймати эмпирик формула $K_{т}=1,08(N)^{-0,063}$ бўйича аниқланади (бу ерда N - асосий таъмирлашгача бўлган даврда ҳаракат полосаси бўйича юкламалар ўтишининг жами сони). Толиқиш коэффициентининг қиймати 0,6...0,75 чегарасида бўлади.

Плиталар узунлигини ҳисоблашда ҳарорат кучланишларини қабул этишга 0,10 дан 0,15 $R_{ри}$ гача берилиши мумкин.

Ҳисоблаш учун йўллар бўйича турли типдаги ҳаракатлар ҳисобий автомобилларга келтирилиши керак. Бунинг учун қопламанинг бир ҳилдаги қалинлиги учун ўқига P_1 юклама тушадиган ўқларнинг рухсат этиладиган чегаравий ўтиш цикллари сони N_1 ва ўқига P_2 юклама тушадиган ўтишлар сони N_2 топилиши керак. Фақат ташқи юкламадан тушадиган кучланишни ҳисобга олиб, (17.23) формуладан фойдаланилади.

$$\ell gN_p = \left(K_2 R_{pu} - \sigma_p\right)\frac{\ell gN_o}{R_{pu}\left(K_2 - K_1\right)} \qquad (17.17)$$

σ_p нинг ўрнига плитадаги кучланишлар формуласи, масалан, (17.2) формула қўйилади:

$$\sigma_p = 2{,}12\left(1 + 0{,}54\mu\right)\frac{P}{h^2}\left(\ell g\frac{h}{a} + \frac{1}{3}\ell g\frac{E_б}{E_o} - 0{,}13\right)$$

Одатда, K_2=2,6 ва K_1=0,5 қабул қилинади (N_o=10^6 да)

Бир ҳил қалинликдаги қопламадан ўқларнинг ўтишлари сонлари N_1 ва N_2 ларнинг нисбати β=N_2/N_1 коэффициент билан ифодаланади, берилган ҳаракат таркибига эквивалент бўлган ҳисобий юклама ўтишларининг сони

$$N_{экв} = \sum_1^n \beta_n N_n \qquad (17.18)$$

Бетон қопламаларни ҳисоблашнинг бошқа таклиф қилинган усуллари ҳам бор, улар қопламаларнинг ишлаш қобилиятини ҳисобга олишга асосланган. Бунда ўтаётган автомобиллардан тушадиган муваққат юкламадан ҳосил бўлган кучланиш σ_p ҳарорат кучланишлари $\sigma_т$ га қўшилади. Қоплама дарз кетганига қадар чидайдиган юкланиш циллари сони «чидамлилик чегараси»га - бетонда ҳосил бўладиган кучланишларнинг ва узилишга муваққат қаршиликнинг нисбатига боғлиқ.

Чидамлилик чегараси «кучланишлар цикли тавсифи» - кучланиш $\sigma_т$ минимал қийматининг (фақат ҳарорат кучланишлари таъсир этганда) максимал қиймати (σ_p+$\sigma_т$) га нисбати билан аниқланади, бунда уларга ташқи юклама таъсирида ҳосил бўлган кучланиш қўшилади, яъни

$$\rho = \sigma_1/(\sigma_p + \sigma_1) \qquad (17.19)$$

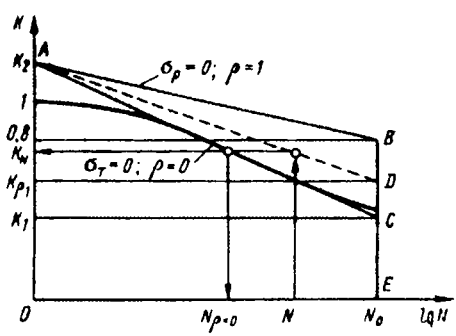
Бетон қопламаларни ҳисоблаш плиталарнинг шундай қалинлиги ва узунлигини танлашдан иборатки, бунда бетоннинг чидамлилик чегарасининг ортиб кетиши ва плиталарда дарзлар пайдо бўла бошлаши бетон қопламанинг асосий таъмирлашгача бўлган хизмат муддати тугагандан кейин юз берсин.

Ҳисоблаш учун дастлабки маълумотлар бўлиб, ҳисобий юкламалар, ҳаракат жадаллиги, грунт эриган ҳолатда турган даврнинг давомийлиги тўғрисидаги иқлимий маълумотлар ва қопламанинг қизиши юз берадиган қуёшли кунлар сони хизмат қилади.

Қопламаларнинг турли қалинликлари учун автомобилларнинг ўтишидан ва нотекис қизишидан ҳосил бўладиган кучланишлар аниқланади. Топилган кучланишларга асосланиб, юклама қўйилишига чидаш цикллари сони ҳисоблаб топилади. Плитанинг юклама қўйилишига чидаш цикллари сони уларнинг йўлдан фойдаланиш шароитларидаги цикллари сонидан бироз ортганидаги қалинлиги ҳисобий қалинлик учун қабул қилинади. Шундай қилиб, бетон қопламаларни ҳисоблашда аслини олганда бетондаги доимий жоиз кучланишлар эмас, балки улар чидайдиган юкламани қўйиш сони асос қилиб олинади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича бетондаги чўзувчи кучланишлар билан уларни юзага келтирадиган юкламалар қўйиш сони ўртасида (ундан кейин бетон конструкциясида дарзлар пайдо бўлади) боғлиқлик мавжуд бўлиб, у тахминан логарифмик шкалали графикда абсциссалар ўқидаги тўғри чизиқ билан ифодаланади (17.6-расм), бу тўғри чизиқнинг тенгламаси

$$K_N = K_2 - \frac{\lg N}{\lg N_o}(K_2 - K_1) \qquad (17.20)$$



17.6-расм. ρ нинг оралиқ қийматлари учун бетон қопламалар мустаҳкамлигининг заҳира коэффициентларини аниқлашга оид схема.

Бу ерда $K=\sigma/R_{ри}$ билан қопламанинг мустаҳкамлик захираси коэффициентлари (чидамлилик коэффициентлари) белгиланади. K_2 коэффициенти юкламанинг бир карра таъсир этишини ифодалайди. Графикдаги тўғри чизиқ K нинг lgN га боғлиқлик эгри чизиқли графигини шу тарзда аппроксимациялайдики, бунда энг яхши мос тушиш кўп сонли юклама қўйишлар доирасида бўлади.

Ҳарорат кучланишлари мавжуд бўлганда қопламага муваққат юкланиш цикларининг рухсат этилган сони камаяди. Ҳарорат кучланишлари бўлмаганида, бетон плиталар орасида очиқ чоклар бўлганида, плиталарнинг юқориги ва пастки сиртларида ҳарорат бир ҳил бўлганида, $\rho_o=0$ ва чидамлилик коэффициенти K_1 ташқи юкламани қўйиш сони катта бўлгандаги чидамлилик чегарасига мос келади.

Узоқ муддат давомида фақат ҳарорат кучланишлари таъсир этганида ($\rho=1$), улар «бетоннинг узоқ муддатли мустаҳкамлиги» дан ортиб кетмаслиги керак. Бу кўрсаткич бетонда пластик деформациялар тўпланиши сабабли унинг муваққат қаршилигининг аста-секин камайишини ҳисобга олади. K_1 нинг бу холатига мос келувчи қийматини 0,8 га тенг қилиб олинади ва чидамлилик коэффициентининг боғлиқлиги графикда AB чизиқ билан тасвирланади. ρ нинг бирор оралиқ қийматига мос келувчи AD тўғри чизиқ учун мустаҳкамлик захираси коэффициенти K_{P1} нинг қиймати юкламалар қўйилиши сони N_o бўлганида 17.6-расмга мувофиқ CE+DC кесмаларининг йиғиндиси каби аниқланади:

$$K_{P1} = CE + DC = CE + (BE - CE)\rho = K_1 + (0{,}8 - K_1)\rho \qquad (17.21)$$

Юклама қўйилишининг N сонига мос келувчи мустахкамлик захираси коэффициенти K_N (17.20) тенгламадан аниқланади:

$$K_{N\rho} = K_2 - \frac{\lg N}{\lg N_o}(K_2 - K\rho_1) = K_2 \frac{\lg N_\rho}{\lg N_o}\left[K_2 - K_1 - (0{,}8 - K_1)\rho\right] \qquad (17.22)$$

$K_N = \frac{\sigma}{R_{pu}} = \frac{\sigma_p + \sigma_T}{R_{pu}}$ эканлигини ҳисобга олсак, ўзгартиришлардан кейин юкламани қўйиш ҳисобий сонини аниқлаш учун қўйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$\lg N_\rho = \left[K_2 R_{pu} - \left(\sigma_p - \sigma_T \frac{\lg N_o}{R_{pu}\left[K_2 - K_1 - (0{,}8 - K_1)\rho\right]} \right) \right] \qquad (17.23)$$

Ҳарорат кучланишлари бўлмаганида ўтиш цикларининг эквивалент сони (17.21) ва (17.22) ифодаларнинг ўнг қисмларини тенглаштириш йўли билан олиниши мумкин:

$$\lg N_{\rho=0} = \frac{\left[K_2 - K_1 - (0{,}8 - K_1)\rho \lg N\right]}{K_2 - K_1} \qquad (17.24)$$

АВ тўғри чизиқнинг аппроксимацияланадиган эгри чизиғи билан яхши мос тушиши учун K_2=2,6 ва K_1=0,4 қабул қилинади.

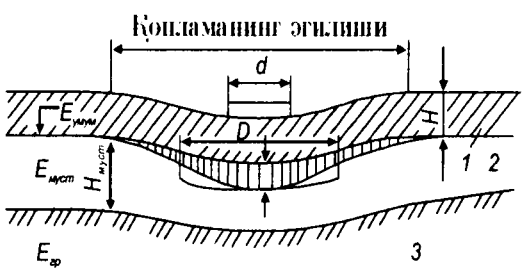
Бетон плиталарнинг ҳарорати йил давомида об-ҳаво шароитларига ва сутка вақтларига қараб ўзгариб турганлигидан (17.23) тенглама билан ҳисоблашлар ажратилган давр учун алоҳида бажарилади, бу даврлар давомида қопламалар ҳароратини ва ҳаракат жадаллигини доимий деб олиш мумкин. Бунинг учун иқлим маълумотлари ёки метеорологик станцияларнинг маълумотларига кўра, ҳавонинг ўртача ҳароратини ҳисобга олиб, сутканинг ёруғ даври давомийлиги ва кам булутли кунлар сони, шунингдек, қоплама қуёш таъсирида қизиган холатда турадиган кунлар сони белгиланади. Тўшама грунт музлаган қиш даврлари қараб чиқилмайди.

Плиталарнинг белгиланган ҳар бир қалинлиги ва ҳароратнинг ажратилган ҳар қайси оралиғи учун автомобилларнинг хақиқий ўтишлари сони ва (17.23) формула бўйича рухсат этиладиган ўтишлар сони аниқланади. Ўтишлар сонининг топилган қийматлари бўйича уларнинг нисбати $N_{хак}/N_{хис}$ ҳисоблаб аниқланади. Агар бу нисбатлар йиғиндиси 1 дан кам бўлса, қопламанинг қалинлиги ортиқча, 1 дан катта бўлса, етарли бўлмайди. Қопламанинг зарур қалинлиги плиталарнинг қалинлиги билан жадалликлар нисбатларининг йиғиндиси ўртасидаги боғлиқлик эгри чизиғидан график тарзда аниқланади.

17.5. Мустаҳкамланган асосларга ётқизилган бетон қопламаларни ҳисоблаш

Бетон плиталар ва қумли ёки грунт асосларнинг деформацияланиш ва эластиклик ҳоссаларидаги катта фарқ бетон плиталар остида бўшлиқлар ҳосил бўлишига, плиталарнинг дарз кетишига ва қопламаларнинг бузилишига олиб келади. Шунинг учун ҳозирги вақтда интенсив ҳаракатли йўлларда бетон қопламаларни чақиқ тошлардан тайёрланган мустаҳкам асосга ёки мустаҳкам грунт асосларга ётқизилади. Асослар мустаҳкамланганда плита босимининг йўл пойининг катта юзасига тақсимланиши натижасида бетон қопламаларнинг мустаҳкамлиги ошиши билан бир қаторда, қопламадаги дарзлар ва чоклар орқали кирадиган сув таъсирида грунтнинг намланишининг олди олинади.

Мустаҳкамланган асосларга ётқизилган бетон қопламалар қалинлигини ҳисоблаш уларнинг остидаги қатламлар тизимининг эквивалент модулининг қийматини ҳисобга олишдан иборат.Бетон плита эгилиш косаси ҳосил қилиб, қоплама босимини асоснинг катта юзасига тақсимлайди (17.7-расм).



17.7-расм. Бетон қопламалар остидаги мустаҳкамланган асосларнинг қалинлигини аниқлашга оид схема:
1 - бетон қоплама;
2- мустаҳкамланган асос;
3 - йўл пойи грунти.

Асосга тушадиган босим нотекис тақсимланганлигидан ҳақиқий эпюрани тенг катталикдаги цилиндрик эпюра билан алмаштирамиз. Яқинлашиш сифатида мустаҳкамлик захирасига ҳисоблаш вақтида мустаҳкамланган асосга тушадиган босим диаметри D бўлган юзага тенг тақсимланган босимга мос келади деб қабул қиламиз. Бу босим

плита остидаги максимал босим σ га тенг бўлиб, (О.Я.Шехтер бўйича) эластик асосда ётган плиталар учун қўйидагига тенг

$$\sigma=0,12Pa^2, \qquad (17.25)$$

бу ерда P - плитага тушадиган жами юклама; a - плитанинг бикирлик кўрсаткичи (17.2-тенгламага қ.).

$P=\sigma\frac{\pi D^2}{4}$ бўлганлигидан $D=1,4H\sqrt[3]{E_б/E_{умум}}$

Бетон плиталарнинг қалинлиги кетма-кет яқинлашиш усули билан ҳисобланади. Олдин, қатламли асоснинг умумий эластиклик модули $E_{умум}$ га қийматлар бериб, бетон плитанинг қалинлиги H ва юзанинг диаметри D аниқланади, бу юза орқали босим асосга берилади. Сўнгра (16.2) тенгламадан фойдаланиб, асос юқориги қатламининг қалинлигини ҳисоблаб топилади.

Агар қоплама ва асоснинг ҳосил қилинган конструкцияси муваффақиятсиз чиқса, у қатламларнинг қалинлигини аста-секин алмаштириш йўли билан яхшиланади ва конструктив хамда технологик мулоҳазалар асосида бетон плитанинг ва асоснинг юқориги мустаҳкамланган қатламининг мақбул қалинликларига эришилади.

17.6. Мавжуд бетон қопламаларни кучайтириш

Мавжуд йўлларни қайта қуришда, шунингдек, бетон асосларга асфальтбетон қопламалар ётқизишда қўшимча ётқизиладиган бетон қатлами қалинлигини аниқлашга ёки бетон асос қалинлигини ҳисоблашда конструктив мулоҳазалар билан асфальтбетон қопламанинг белгиланадиган мустаҳкамлигини ҳисобга олишга тўғри келади.

H - монолит бетон қопламанинг ҳисобий юкламаларни ўтказиш учун зарур бўлган қалинлиги; h_1, E_1 - мустаҳкамлиги кам бўлган мавжуд бетон қопламанинг қалинлиги ва модули; h_2 - кучайтириш қатламининг зарур қалинлиги, унинг эластиклик модули йўлни фойдаланишга топширишда E_2 га тенг бўлсин.

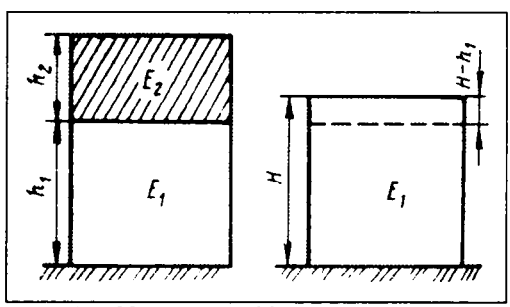
Агар юқориги қатлам пастки қатлам билан биргаликда ишлайди, деб фараз қилсак, у ҳолда тенг мустаҳкамлик шартидан қўшимча ётқизилаётган қатламнинг бикирлиги у алмаштираётган монолит қоплама юқориги қатламининг бикирлигига тенг бўлиши керак (17.8-расм), яъни E_1 =const. Бундан, (16.6) тенгламани назарда тутганда, бетоннинг кучайтириш қатламининг зарур қалинлиги қўйидагича бўлади:

$$h_2 = (H - h_1)\sqrt[3]{E_1 / E_2}$$

ёки қалинлиги $h_{асф}$ бўлган асфальтбетон қопламанинг остидаги бетон асоснинг қалинлиги

$$h_1 = H - h_{асф}\sqrt[3]{E_{асф} / E_б}$$

Эски қопламалар, одатда, дарз кетган ва сирти деформацияланланган бўлганлигидан уларнинг мустаҳкамлиги камайган бўлади. Қўшимча ётқизиладиган қатламни ҳисоблашда эски қоплама мустаҳкамлигининг пасайганлигини ҳисобга олиш учун - деформацияларнинг ривожланганлик тоифасига қараб қопламанинг ҳақиқий қалинлиги ўрнига 0,6...0,8 h га камайтирилган қалинлиги қабул қилинади.



17.8-расм. Мавжуд бетон қопламаларни кучайтиришда қўшимча ётқизиладиган қатламнинг қалинлигини аниқлашга оид схема.

(17.22) ва (17.23) формулалар икки қатламли тўшамаларнинг монолит бўлиб биргаликда ишлашини кўзда тутади. Қурилишда ҳамма вақт ҳам буни таъминлашга эришиб бўлмаганлиги сабабли

бетон асосларни ҳисоблашда баъзан босимнинг асфальтбетон қатлами орқали узатилиш хусусиятларини ҳисобга олиш билан чекланилади.

Асфальтбетон қатлами босимни ғилдиракнинг ҳисобий изига қараганда каттароқ юзага тақсимланганлигидан босим асфальтбетон қатламида тахминан 38° бурчак остида тақсимланади, деб қабул қилинади. Бу ҳолда босимни узатувчи юзанинг ҳисобий радиуси $R_{хис} = R + 0{,}8H_{асф}$, ҳисобий босим эса $P_{хис} = \rho(R / R_{хис})^2$.

Агар янги бетон қатлами ажратувчи қатлам устига ётқизиладиган бўлса, у ҳолда ташқи юкламадан ҳосил бўлган эгувчи моментлар иккала плитанинг бикирликларига мутаносиб тарзда тақсимланади, деб қабул қилинади, ва қўйидаги тенгламалар тизимидан аниқланади.

$$M_{эг} = M_{юкор} + M_{паст}; \frac{M_{юкор}}{M_{паст}} = \frac{E_{юкор} h_{юкор}^3}{E_{паст} h_{паст}^3}$$

Илова

Китобхонлар диққатига!

СниП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» ва СниП 2.05.11-83 «Внутрихозяйственные дороги» га кейинги йилларда 4та ўзгартириш киритилганини таъкидлаб ўтмоқчимиз.

1.Собиқ СССР Госстройининг 1985 йил 17 декабридаги 233-сонли қарори билан тасдиқланган 1-ўзгартириш қуйидаги мазмундаги абзацни киритиш билан умумий қоидалар олдидан тасдиқлансин ва 1987 йил 1 мартдан бошлаб жорий этилсин: «СНиП 2.05.02-85 нинг техник кўрсаткичлари СТ СЭВ 2791-80, СТ СЭВ 5388-85 га мос келади».

2. 7-бўлим «Йўл тўшамаси» янги пункт билан тўлдирилсин:

7.53. Асосларни лойиҳалашда қатлам материали сифатида, ёки чақиқ тошли асослар қуришда поналанувчи материал сифатида калций сулфатнинг фосфояримгидратидан фойдаланилганда бевосита заводнинг технологик линияларидан олинган материални қўллаш керак. Кимёвий таркиби бўйича материалда қуруқ моддага ўтказиб ҳисобланганда камида 90% калций сулфат /$CaSO_4$/, кўпи билан 5% фосфор оксид, кўпи билан 7% кимёвий боғланган сув бўлиши керак.

ГОСТ 23558-79 бўйича тайёрланган ва 28 суткалик ёшида мустаҳкамлик чегаралари қуйидаги кўрсаткичлар бўйича тавсифланиши керак: сиқилишга 2; 4; 6; 7,5 МПа, поналанишга - 0,3; 0,6; 1,3 МПа, эгилиб чўзилишга - 0,6; 1,2; 2; 2,5 МПа (тегишлича).

Шиббаланган материалнинг сувбардошлиги 28 суткалик ёшида ГОСТ 25607-83 талабларига жавоб бериши керак. Сувга тўйинган ҳолатда синалган намунанинг сиқилишга мустаҳкамлигини қуруқ ҳолатдаги намунанинг мустаҳкамлигига бўлиш йўли билан аниқланган юмшаш коэффициенти 0,7 дан кам бўлмаслиги керак. ГОСТ 23558-79 бўйича аниқланадиган совуққа чидамлилигига кўра материал Мрз 15 ёки Мрз 25 маркали бўлиши лозим.

Калций сулфатнинг фосфояримгидратидан ётқизиладиган асосни ҳавонинг ҳарорати 5°С дан паст бўлмаганда қуриш зарур.

Калций сулфат фосфояримгидратининг қўлланиш соҳасини унинг мустаҳкамлиги ва совуққа чидамлилигига қараб 7.36 п. ва 34-жадвал, шунингдек, 7.45 п. ва 42-жадвалга мувофиқ белгилаш зарур.

Асоснинг максимал мустаҳкамлигига эришиш йўли учун калций сулфатнинг фосфояримгидратини оптимал намлигида /20-25%/, кимё заводидан чиққанидан кейин бир сутка ичида ётқизиш ва шиббалаш керак.

Намлиги оптимал намлигидан юқори /25-35%/ бўлган материалдан фойдаланилганда намлиги оптимал намликка яқин бўлиши учун тақсимланиши, юмшатилиши ва шундан кейин шиббаланиши зарур. Бунда ҳамма ишлар калций сулфатнинг фосфояримгидратини заводдан чиқарилган кундан кейин уч суткадан кечиктирмасдан тугалланиши керак.

Бу ҳолда асоснинг мустаҳкамлиги ҳамма ишларнинг тугалланиш муддатига қараб, 20-30% га камаяди.

Материалга бўлган эҳтиёжни ҳисоблашда шиббалаш коэффициентини 1,5-2,5 га тенг қилиб олиш ва синов тарзида шиббалаб аниқлаш зарур. Йўл тўшамаси қатламларининг яхши илашуви учун асоснинг сирт қатламига 10-20 ёки 20-40 мм фракцияли чақиқ тош шиббалаб ботирилиши зарур (100 $м^3$ сиртга 1 $м^3$). 2 - ва 3-тур жойларда асоснинг пастдан ва юқоридан намланиш шароитларига қараб, гидроизоляцияловчи юпқа қатламчалар билан ҳимояланиши керак.

3.Собиқ СССР Госстройининг 1990 йил 13 июлдаги 61-сонли қарори билан СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» га 3-ўзгариш тасдиқланган ва 1990 йил 1-сентябрдан амалга жорий этилган.

1.13-пункт биринчи абзацдан кейин қуйидаги мазмундаги иккинчи абзац билан тўлдирилсин:

«Портловчи моддалар, улар асосида материаллар ва буюмлар тайёрлаш ҳамда сақлаш объектлари қошида тақиқланган (хавфли) зоналар ва районлар борлигини ҳисобга олиб, транспорт ҳаракатининг, йўл ва автотранспорт хизматлари бинолари ҳамда иншоотларининг хавфсизлигини таъминлаш бўйича талабларни бажариш зарур. Тақиқланган (хавфли) зоналар ва районларнинг

ўлчамлари (катта-кичиклиги) белгиланган тартибда тасдиқланган махсус норматив хужжатлар бўйича ва давлат назорат органлари, айтиб ўтилган объектлар ўз қарамоғида бўлган вазирликлар ва идоралар билан келишилган ҳолда белгиланади».

Иккинчи абзац учинчи абзац деб ҳисоблансин.

4.Россия қурилиш вазирлиги СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» га киритиладиган 4-ўзгаришни 1995 йил 1995 йил 8 июндаги 18-57-сонли қарори билан тасдиқлади ва 1995 йил 1 августдан амалга жорий этди.

7.34-пункт қуйидаги мазмундаги абзац билан тўлдирилсин:

«Қурилиш ҳудудидаги паст манфий ҳароратлар шароитида асфалтбетон копламаларининг дарз кетишга қарши оширилган бардошлигини таъминлаш ва хизмат қилиш муддатини чўзиш учун полимерасфалтбетонларни қўллаб, бунда бутадиеннинг блоксо-полимерлари асосида тайёрланган полимер-битум боғловчилар (ПББ) ва СБС типидаги стиролдан (ДСТ 30-01 ва ДСТ-30Р-01 русумли, шунингдек, чет эл аналогларидан) фойдаланиш зарур, мўртлик ҳарорати айни қурилиш ҳудуди учун талаб этилган миқдорда бўлиши керак».

Тавсия этиладиган адабиётлар:

Автомобильные дороги. Примеры проектирования / Под.ред. В.С.Порожнякова. М.: Транспорт, 1983. 304с.

Автомобильные дороги: Проектирование и строительство / Под. ред. В.Ф. Бабкова, В.К.Некрасова и Г.Щилиянова. М.: Транспорт, 1983. 240 с.

Автомобильные транспортные средства/ Под.ред.Д.П.Великанова. М.: Транспорт, 1977. 326с.

Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. М.: Транспорт, 1983. 280с.

Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1982. 288с.

Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 190с.

Бабков В.Ф., Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов.М.: Высшая школа, 1986. 239с.

Белятынский А.А., Таранов А.М. Определение видимости при проектировании автомобильных дорог. Киев: Будівельник, 1983. 96с.

Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей. Киев: Высшая школа, 1978. 176с.

Гохман В.А., Визгалов В.М., Поляков М.П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. М.: Высшая школа, 1977. 310с.

Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог. / Под. ред. Г.И.Глушкова. М.: Транспорт, 1987. 255с.

Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83/Минтрансстрой СССР.М.: Транспорт, 1985. 157с.

Левицкий Е.Ф., Чернигов В.А. Бетонные покрытия автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980, 288с.

Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. М.: Транспорт, 1980. 312с.

Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высшая школа, 1982, 511с.

Орнатский Н.П. Автомобильные дороги и охрана природы. М.: Транспорт, 1982, 176с.

Проектирование оптимальных нежестких дорожных одежд/ Под ред. А.Я. Тулаева, 1982, 165с.

Руководство по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах/ Минтранстрой СССР. М.: Транспорт, 1978, 140с.

Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1986, 200с.

Сиденко В.М., Батраков О.Т., Покутнев Ю.А. Дорожные одежды с парогидроизоляционными слоями. М.: Транспорт, 1980, 118с.

Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. М.: Транспорт, 1977, 303с.

Синтетические текстильные материалы в транспортном строительстве/ Под ред. В.Д.Казарновского. М.: Транспорт, 1984, 160с.

Тулаев А.Я. Конструкция и расчет дренажных устройств. М.: Транспорт,1980, 192с.

Хомяк Я.В. Скорченко В.Ф. Автомобильные дороги и окружающая среда. Киев: Вища школа, 1983, 160с.

Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. Киев: Вища школа, 1986, 272с.

Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1983, 207с.

Цытович Н.А. Механика грунтов, М.: Высшая школа, 1983, 288с.

ҚМҚ 2.05.02-95 «Автомобил йўллари», Тошкент, 1988.

ҚМҚ 2.05.11-95 «Ички хўжалик автомобил йўллари»,Тошкент, 1998.

Шахидов А.Ф. Расчёт максимальных расходов дождевых поводков. Т., изд-во САНИГМИ. 1995, 125с.

Шахидов А.Ф. Расчёт максимального стока талых вод в условиях Средней Азии. Сборник научных трудов МАДИ. М. 1990, с 131-132.

Мундарижа

Кириш 3
Биринчи бўлим. Автомобил ҳаракатининг йўлнинг пландаги ва профилдаги элементларига қўядиган талаблари 8
1-боб. Йўллар тўғрисида умумий тушунчалар 8
2-боб. Автомобил йўлининг элементлари 23
3-боб. Автомобилларнинг йўлларда ҳаракатланишини ҳисоблаш асослари 40
4-боб. Планда йўлнинг эгри чизиқли қисмларини лойиҳалаш 75
5-боб. Бўйлама ва кўндаланг профилларда йўл элементларига қўйиладиган талаблар 106
6-боб. Транспорт оқимларининг ҳаракатланиши қонуниятлари 120
Иккинчи бўлим. Йўлларни лойиҳалашда табиий омилларнинг таъсирини ҳисобга олиш 138
7-боб. Йўлга табиий омилларнинг таъсири 138
8-боб. Йўлдан сувни қочириш (четлатиш) 166
9-боб. Кичик кўприклар ва қувурларни гидравлик ҳисоби 189
Учинчи бўлим. Жойларда йўл ўқ чизиғини (трассасини) ўтказиш 223
10-боб. Трасса йўналишини танлашнинг асосий қоидалари 223
11-боб. Бўйлама профилни лойиҳалаш 251
12-боб. Йўлларни лойиҳалашда ҳаракат хавфсизлиги ва табиатни муҳофаза қилишга қўйиладиган талабларни ҳисобга олиш 271
13-боб. Автомобил йўлларининг кесишиши 298
Тўртинчи бўлим. Йўл пойи ва йўл тўшамаларини лойиҳалаш 325
14-боб. Йўл пойини лойиҳалаш 325
15-боб. Йўл тўшамалари (либослари) ни лойиҳалаш 369
16-боб. Нобикир йўл тўшамаларини ҳисоблаш 398
17-боб. Бикир йўл тўшамалари ва асосларини ҳисоблаш 439
Илова 461
Тавсия этиладиган адабиётлар ...464

УЧЕБНИК

Валерий Федорович Бабков, Олег Владимирович Андреев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Часть 1

ДАРСЛИК

АВТОМОБИЛ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ

Русчадан проф. А.Р. Қодирова томонидан
муаллифлаштирилган таржима

1 Қисм

Компьютерда терувчи Дилором Мамадраимова

ТАЙИ нусха кўпайтириш бўлимида чиқарилди.
Буюртма №49-в 27.02.2004й. Формат 60 x 84 1/16
Ҳажми__26,0 б.т._____ Адади __800 нусҳа_
Босишга руҳсат этилди 21.07.2003 йил.